

PALÄONTOLOGISCH - STRATIGRAPHISCHE UND FAZIELLE
UNTERSUCHUNGEN AN DER JURA/KREIDE-GRENZE IN DEN
BAYERISCHEN KALKALPEN ZWISCHEN INN UND SAALACH

Klaus Doben

1962

PALÄONTOLOGISCH - STRATIGRAPHISCHE UND FAZIELLE
UNTERSUCHUNGEN AN DER JURA/KREIDE-GRENZE IN DEN
BAYERISCHEN KALKALPEN ZWISCHEN INN UND SAALACH

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
der Naturwissenschaftlichen Fakultät
der Ludwig - Maximilians - Universität München.

von

Klaus Doben
Goldap/Ostpr.

München 1962

20. Mrz. 1962

Berichterstatter: Prof. Dr. R. Dehm
Mitberichterstatter: Prof. Dr. A. Maucher
Tag der mündlichen Prüfung: 28. Februar 1962



Druck: Hannes Müller, M ü n c h e n 2
Erzgießereistr. 47 Tel. 59 37 97

VORWORT

Das Thema der vorliegenden Arbeit ergab sich im Verlauf meiner Diplom-Kartierung (München 1959, Manuskript) östlich Oberwössen auf Blatt Reit im Winkl (818).

Erste Anregungen verdanke ich meinem verehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. R. Dehm, der oft auf die noch ungelöste Aufgabe einer speziellen Bearbeitung der Jura/Kreide-Grenze hinwies.

Weitere Impulse vermittelten mir zahlreiche Funde stratigraphisch wertvoller Ammoniten und das massenhafte Vorkommen von Mikrofossilien (Tintinnina) in den Aptychen-Schichten des Oberjura und der Unterkreide meines Kartierungsgebietes. Die Ausweitung des regionalen Rahmens der Arbeit über das ursprüngliche Kartierungsgebiet hinaus (u. a. eine Untersuchung der Tintinnina an der Typlokalität der untersten Kreide bei Berrias (Südfrankreich)) war bedingt durch die Lage weiterer geeigneter Makro- und Mikrofossilfundpunkte sowie durch das Vorkommen spezieller Faziesglieder innerhalb der Grenzsichten. Ausgangspunkt der vorliegenden Untersuchungen blieb jedoch das Oberwössener Schichtprofil.

Für wohlwollende Kritik und materielle Unterstützung bei der Durchführung der Arbeit bin ich Herrn Professor Dehm zu großem Dank verpflichtet.

Besonderen Dank schulde ich auch Herrn Privatdozent Dr. Hagn für wichtige mikropaläontologische Literaturhinweise und Herrn Dr. Barthel für Ratschläge bei der Bestimmung meiner Ammoniten-Fauna sowie Herrn Dr. Zöbelein, der jederzeit Literaturwünsche erfüllte.

Das Belegmaterial wurde in den Sommermonaten der Jahre 1959 und 1960 gesammelt. Die Ausarbeitung erfolgte im Institut für Paläontologie und historische Geologie der Universität München. Es stand dabei auch Material der Bayerischen Staatssammlung für Paläontologie und historische Geologie (Slg. L. Nöth, Slg. K. Frank) zur Verfügung. In dieser Sammlung ist das Belegmaterial aufbewahrt.



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41555624_0002

INHALTSVERZEICHNIS

Seite

VORWORT

A. PALÄONTOLOGISCH-STRATIGRAPHISCHER TEIL	1
I. EINLEITUNG	1
a.) Zur Geschichte der Jura/Kreide-Grenze in Europa	1
b.) Übersicht über die wichtigsten marinen Evertebraten in den Jura/Kreide-Grenzschichten des Tethysbereichs	2
c.) Die Leitfossilien und ihre bisherige stratigraphische Anwen- dung	5
1.) Ammonoidea	5
2.) Calpionellidae	6
d.) Problemstellung	10
II. DIE EVOLUTION DER CALPIONELLIDAE AN DER JURA/KREIDE- WENDE UND IHRE PARALLELISIERUNG MIT AMMONOIDEA	12
a.) Vorbemerkung zur Methode	12
b.) Zonengliederung mit Calpionelliden	12
1.) Das Typusprofil vom Rechenberg	12
2.) Der Zonenbegriff im Typusprofil	16
c.) Parallelisierung der Zonengliederung des Typusprofils	16
1.) Das Profil vom Haßberg: Parallelisierung an der Wende Mittel/Ober-Tithon	17
2.) Das Profil vom Sulzenmoos-Graben: Parallelisierung im Ober-Tithon	23
3.) Das Profil vom Hammerer-Graben: Parallelisierung im Berriasien	25
4.) Das Profil von Chadouillet bei Berrias (Südfrankreich): Parallelisierung an der Jura/Kreide-Grenze	28
III. ERGEBNISSE UND SCHLUSSFOLGERUNGEN	32
a.) Calpionellidae	32
1.) Stratigraphie	32
2.) Fossilisation	35
3.) Systematik: Grundlagen	38
Neubeschreibungen	40
Kritischer Anhang	47
4.) Ökologie	49
5.) Phylogenetischer Überblick	52
b.) Ammonoidea	56

1.) Stratigraphische und paläontologische Bemerkungen	56
2.) Zur Ökologie	58
B. REGIONALER TEIL. ZUR VERBREITUNG UND ALTERSSTELLUNG ROTER GERÖLLMERGELSCHICHTEN IM BEREICH DER JURA/KREIDE-GRENZE.	61
1.) Einleitung	61
2.) Bisher bekannte Vorkommen roter Geröllmergelschichten und ähnlicher konglomeratischer Bildungen an der Jura/Kreide-Wende	61
3.) Definition der roten Geröllmergelfazies	63
4.) Spezialprofile zur Altersbestimmung	65
Unter- bis mitteltithonische Vorkommen	65
Mittel- bis obertithonische Vorkommen	66
Vorkommen des Berriasien	69
5.) Zusammenfassung der Ergebnisse	70
C. PALÄO GEOGRAPHISCHER TEIL	72
a.) Voraussetzung	72
b.) Zur Gliederung und Entwicklung der Faziesräume an der Jura/Kreide-Wende	72
1.) Submarine Schwellen zur Zeit der Bildung des Radio- larits (unterer und mittlerer Malm)	72
2.) Weitere Entwicklung der Schwellen- und Beckenbe- reiche im Tithon und Berriasien	77
c.) Die Bedeutung der paläogeographischen Situation an der Jura/Kreide-Wende in Bezug auf den Ablauf des kalkal- pinen Geosynkinalstadiums	80
d.) Über Beziehungen der oberjurassischen Schwellen zu den Hauptstrukturgrenzen des heutigen tektonischen Baus	81
D. ZUSAMMENFASSUNG	86
Fazieslegende und Abkürzungen	89
Literaturverzeichnis	90
Tafel 1 und 2 mit Erläuterung	

A. PALÄONTOLOGISCH - STRATIGRAPHISCHER TEIL.

I. EINLEITUNG.

a.) Zur Geschichte der Jura/Kreide-Grenze in Europa.

Die Begründung der Kreide-Formation in Südengland durch J.B. Omalius d'Halloy (1822, p. 373) bedeutete zugleich die erste Bestimmung der Jura/Kreide-Grenze, indem als Beginn der neubenannten Formation die auf limnische Purbeck-Schichten des obersten Jura folgende Wealden-Transgression gewählt wurde.

Die Übertragung dieses klassischen Typs einer Faziesgrenze aus dem borealen Bereich in die Tethys des südfranzösischen Rhônebeckens gelang im südwestlichen Ausläufer des französischen Jura. An der berühmten Lokalität Cluse de Chaille, nördlich Grenoble (vgl. Gerber 1930, p. 502), verzahnen sich limnische Purbeck-Schichten mit ammonitenhaltigen Ober-Tithon-Kalken. Parallel dazu kann der fazielle Übergang vom mergeligen boissieri-Horizont (Berriasien) in helle zoogene Kalke verfolgt werden, die die unterste Kreide des Juragebietes darstellen.

Ausgehend von den Schlußfolgerungen, die sich in den Übergangsregionen der verschiedenen Fazies ergaben, wurde im Rhônebecken die historische Jura/Kreide-Grenze Südenglands mit Hilfe von Ammonoideen der Tethys paläontologisch begründet. Diese Definition der Jura/Kreide-Grenze wurde für den gesamten Tethysbereich maßgebend.

Die Geschichte ihrer Erforschung in Südfrankreich hat Mazenot (1939, p. 257 ff.) ausführlich dargelegt, nach dessen Angaben der folgende Überblick zusammengestellt wurde.

Schlüsselgebiete waren seit den Arbeiten von Kilian (ab 1889) und Pasquier (ab 1892) die subalpinen Massive und die Gegend um Berrias mit ihren kontinuierlichen Serien mariner cephalopodenreicher Sedimente. Die klassische Definition der Jura/Kreide-Grenze gab Kilian (1892, 1895, 1910) mit einer Zonenstratigraphie des Tithons und Berriasien. Die völlige Anerkennung seiner Auffassungen erreichte Kilian jedoch erst nach Beendigung eines von

1890 bis 1908 währenden Streites mit Toucas. Bis zu diesem Zeitpunkt hatte Toucas das Ober-Tithon von Berrias ins Berriasien einbezogen, womit er den Begriff Berriasien zweideutig gestaltete. Ebenso verfuhr Haug (1898), der sich auf Intervention Kilian's (1898) später (1907-11) den Ideen Kilian's anschloß, jedoch das Berriasien als Infra-Valanginien zum Valanginien rechnete. Nach heutiger Auffassung versuchte also Toucas, die Jura/Kreide-Grenze an die Wende Unter- gegen Ober-Tithon herabzuziehen, während Haug sie an die Grenze Berriasien-Valanginien hinaufsetzte.

Bei einer Revision der stratigraphischen Gliederung Kilian's unter Berücksichtigung aller bis dahin bekannten Grenzfaunen, begründete schließlich Mazenot (1939) im Sinne Kilian's die Synonymie von Berriasien und Infra-Valanginien. Auf Grund der Priorität des Begriffs Berriasien wurde damit die Bezeichnung Infra-Valanginien hinfällig.

Aus den Arbeiten von Kilian und Mazenot ergibt sich die heute allgemein anerkannte Gliederung:

```
-----  
Valanginien  
-----  
  
Berriasien  
= Infra-Valanginien  
----- Jura/Kreide-Grenze ____  
  
Tithon  
-----
```

Anlaß zur Neubelebung begrabener Streitfragen geben Pollini & Cuzzi (1960, p. 7, 12; Tab. 3), die das Berriasien halb zum Jura und halb zur Kreide rechnen, p. 12 sogar gänzlich zum Jura. Da sich die Autoren in beiden Fällen eines Kommentars enthalten, ist nur die Tatsache zu registrieren, daß innerhalb derselben Veröffentlichung unterschiedliche Gliederungsmaßstäbe verwendet wurden.

b.) Überblick über die wichtigsten marinen Evertebraten in den Jura/Kreide-Grenzschichten des Tethysbereichs.

Die an den Begriff Leitfossil geknüpften Bedingungen sind weite Verbreitung, schnelle phylogenetische Abwandlung und Häufigkeit. Gemäß dieser Definition finden bei der Festlegung der Jura / Kreide - Grenze im Tethysbereich zwei pelagische Fossilgruppen als Leitfossilien Ver-

wendung: die vermutlich nektonischen Ammonoidea und die nur in Dünnschliffen erkennbaren Tintinnina mit der Familie der Calpionellidae Bonet 1956. Der biostratigraphische Wert der beiden Organismengruppen ist heute unbestritten.

Als Verschußdeckel der Ammonitengehäuse, wenn auch meist von diesen getrennt fossilisiert, liefern die Aptychen ebenfalls wichtige Zeitmarken. Nach der grundlegenden monographischen Bearbeitung durch Trauth (1928-38) wurden die Aptychen von Quenstedt (1951 b) im Achantal (Tirol) und von Pollini & Cuzzi (1960) in der Lombardei feinstratigraphisch verwendet. Während Quenstedt nach der relativen Häufigkeit verschiedener Gattungen gliederte, verwendeten Pollini & Cuzzi spezielle Vergesellschaftungen von Unterarten der Gattungen Punctaptychus, Lamellaptychus und Vilamellaptychus.

Eine ähnliche Bedeutung wie den Aptychen dürfte den Rhynchoteuthen (wahrscheinlich Cephalopodenkiefer) zukommen, wie Quenstedt (1951 b, p. 8, 9 ; Tab.1) im Achantal mit den Gattungen Leptocheilus, Gonatocheilus und Akidocheilus nachweisen konnte. Bestätigungen aus anderen Gebieten sind noch nicht bekannt.

Den Aptychen- und Rhynchoteuthen-Gliederungen fehlt bislang eine strenge Parallelisierung mit der konventionellen Ammonitengliederung.

Eine weitere wichtige Fossilgruppe bilden die Brachiopoden. Zur stratigraphischen Gliederung wurden vorwiegend Arten der Gattung Pygope benutzt. Als erster unterteilte Pictet (1867, p. 155-157) den Jura/Kreide-Grenzbereich in 3 Zonen mit der Artenfolge (vom älteren zum jüngeren): Pygope diphyia (Colonna) - Pygope janitor (Pictet) - Pygope diphoides (d'Orbigny).

Diese charakteristischen Organismenreste sind jedoch trotz ihrer weiten Verbreitung stark faziesabhängig und daher auf bestimmte enge marine Bereiche beschränkt, in denen sie individuenreich auftreten und stratigraphische Bedeutung erlangen. In den Aptychen-Schichten der nördlichen Kalkalpen werden sie relativ selten gefunden.

Eine lokalstratigraphische Bedeutung kann Lamellibranchiaten zukommen, wie z.B. der Inoceramide Anopaea im Ober-Tithon des Achantals (vgl.

Quenstedt 1951 b, p. 8).

Benthonische Mikrofossilien, wie Foraminiferen und Ostracoden, liefern an der Jura/Kreide-Wende nur arten- und individuenarme Faunen. Dieser Befund liegt außer für den hier betrachteten Bereich der östlichen bayerischen Alpen auch für die übrige europäische Tethys vor. (vgl. Bartenstein 1959, p. 15).

Angeregt durch die Arbeiten von Gocht (1959) über Mikroplankton aus dem nordwestdeutschen Neokom wurden einige Proben der unteren Aptychen-Schichten auf das Vorkommen von Hystrichosphaeriden geprüft (Flußsäureverfahren). Es konnte kein Exemplar nachgewiesen werden.

In großem Arten- und Individuenreichtum treten Radiolarien auf. Nach der bisherigen Kenntnis scheinen sie jedoch für feinstratigraphische Untersuchungen nicht geeignet. Bis zu welchem Grade Altersangaben mit Hilfe von Radiolarien vertreten werden, zeigte z.B. Heitzer (1930, p. 385), die die Radiolarienfauna in den Kieselmergeln des Sonnwendgebirges als typisch für den oberen Dogger bezeichnete.

Abschließend sind noch zwei, nur in Dünnschliffen beobachtbare, pelagische Fossilgruppen zu erwähnen, die zwar Leitfossilien liefern, von denen jedoch die eine bereits im Ober-Tithon erlischt, während die andere erst im Neokom Leitwert erlangt.

Bei der einen Gruppe handelt es sich vorwiegend um die Skelettelemente der freischwimmenden Crinoide *Saccocoma* (= *Eothrix*) *alpina* (Lombard), zusätzlich auch, nach Brönnimann (1955, p. 43), um Skelettelemente von Holothuriern oder Ophiuroideen, für die Brönnimann die Gattung *Lombardia* aufstellte. - Die Skelettreste von *Saccocoma* und *Lombardia* zusammen ergeben die "Lombardia" - Mikrofazies im Sinne Misik's (1959, p. 180).

Bisher sind die Querschnitte von *Lombardia* und *Saccocoma* nach Colom (1955, p. 110) in ähnlich weiter Verbreitung bekannt wie die Mikrofazies der *Tintinnina* (vgl. p. 34). Was das stratigraphische Vorkommen betrifft, so erwähnt Brönnimann (1955, p. 43) maximales Auftreten im untern und mittleren Portland. Die letzten seltenen Vorkommen beschreibt Donze (1958, p. 42) aus dem unteren Ober-Tithon von St.-Concors.

Nach Donze (1958, p. 43) ist *Saccocoma alpina* (Lombard) im Kimmeridge von St. -Concours noch nicht vorhanden.

Die zweite Gruppe von Leitfossilien besteht aus Mikroorganismen unbekannter systematischer Zugehörigkeit der Gattung *Nannoconus* Kamptner 1931, die von Brönnimann (1955) auf Cuba zur Feinstratigraphie herangezogen wurden. Obwohl *Nannoconus* bereits im Tithon auftritt, erscheinen leitende Vergesellschaftungen nach Brönnimann (1955, p. 23) erst im tieferen Neokom. Aus dem unteren Ober-Tithon der Tessiner Kalkalpen beschreibt allerdings Pasquare (1961, p. 503) mehrere *Nannoconus*-Arten, so daß auch im obersten Jura mit dem Vorhandensein leitender Vergesellschaftungen zu rechnen ist.

Die elektronenmikroskopische Untersuchung von *Nannoconus* in den Jura/Kreide-Grenzschichten bleibt einer gesonderten Studie vorbehalten; in der vorliegenden Arbeit wurde *Nannoconus* nicht berücksichtigt.

Die "Lombardia"- Mikrofazies sowie Arten von *Nannoconus* sind also nach bisheriger Kenntnis geeignet, die Lage der Formationsgrenze einzuengen, nicht aber zu bestimmen.

c.) Die Leitfossilien und ihre bisherige stratigraphische Anwendung.

1.) Ammonoidea.

Als Abschluß seiner systematischen Studien der Cephalopodenentwicklung in Südfrankreich, die eine Revision aller bis dahin bekannten Grenzfaunen einschlossen, gab Mazenot (1939, p. 25) folgende, auch heute noch anerkannte Definition der Jura/Kreide-Grenze (den untersten Horizont übernahm Mazenot von Kilian (1907, Tab. p. 202):

	ob.	<i>Kilianella</i> aff. <i>pexiptycha</i> (Uhlig) und <i>Thurmannites</i> aff. <i>pertransiens</i> (Sayn)
Berriasien		
	mittl.	<i>Berriasella boissieri</i> (Pictet), <i>Dalmasiceras dalmasi</i> (Pictet), <i>Neocomites occitanicus</i> (Pictet)
	unt.	<i>Berriasella paramacilentia</i> Mazenot und <i>Berriasella grandis</i> Mazenot

Jura/Kreide-Grenze

Ober-Tithon	ob.	Berriasella chaperi (Pictet), Berriasella aizyensis Mazenot, Dalmasiceras djanélidzéi Mazenot, Neocomites suprajurensis Mazenot
	mittl.	Berriasella jakobi Mazenot, Berriasella delphinensis (Kilian), Dalmasiceras nanum (Djanélidzé), Neocomites beneckeï (Jacob), Proniceras pronum (Oppel)
	unt.	Virgatosphinctes transitorius (Oppel)

Diese Horizontfolge ist der für den Tethysbereich konventionelle biostratigraphische Maßstab an der Jura/Kreide-Wende. Alle auf anderen Fossilien gründenden Biostratigraphien sind an ihr zu eichen, um einheitliche, allgemein vergleichbare stratigraphische Aussagen zu ermöglichen.

Die aufgeführten stratigraphischen Einheiten wurden von Mazenot (1939, p. 263) als Horizonte bezeichnet, p. 264 erklärt er, daß es sich im Höchstfalle um Subzonen handle.

Diese vorsichtige Beurteilung scheint aus der Tatsache zu resultieren, daß Mazenot vorwiegend Sammlungsmaterial bearbeitete. Seine mit reichen Funden belegten und klar abgegrenzten Horizonte dürften nach heutiger Definition (vgl. Schindewolf 1960, p. 19) Zonen-Charakter besitzen. Solange jedoch an den Typlokalitäten keine horizontierten Aufsammlungen stattgefunden haben, muß an der Einschätzung Mazenot's festgehalten werden.

2.) Calpionellidae.

Die Kenntnis der fossilen kalzitisierten Tintinnina ist auf's engste mit dem Namen G. Colom verknüpft. Er erkannte als erster (1934) ihre systematische Zugehörigkeit und gab als Autor der meisten bisher aufgestellten Arten eine zusammenfassende Beschreibung (1948), verbunden mit einem Überblick über die stratigraphische Verbreitung vom Tithon bis Barrême (Colom 1948, p. 251; Tab. 1).

Einen Auszug aus der Tabelle Colom's mit der Artenverteilung an der Jura/Kreide-Grenze gibt die folgende Abbildung (1):

	TITHON	BERRIASIEN
<i>C. alpina</i>	—	—
<i>C. elliptica</i>	—	—
<i>C. massutiniana</i>	—	—
<i>C. darderi</i>	—	—
<i>C. neocomiensis</i>	—	—
<i>St. hispanica</i>	—	—
<i>F. balearica</i>	—	—
<i>F. pseudoserrata</i>	—	—
<i>T. carpathica</i>	—	—
<i>T. longa</i>	—	—
<i>T. cadischiana</i>	—	—
<i>T. batalleri</i>	—	—

Abb. 1. Verteilung der Calpionellidenarten an der Jura/Kreide-Grenze nach Colom (1948).

Die Kritik späterer Autoren an der von Colom beschriebenen vertikalen Aufeinanderfolge der Arten sowie an seinen stratigraphischen Einstufungen der Artenvergesellschaftungen mit Hilfe von Ammoniten beschränkte sich bisher auf den Beginn der Calpionelliden-Fazies.

Die von Colom (1948, p. 251, Tab. 1) gegebene Reihenfolge-Calpionella alpina vor Calpionella elliptica - muß nach neueren Arbeiten umgekehrt lauten. Dies zeigen die Untersuchungen von Gianotti (1958, p. 41) im Tithon Siziliens, von Zanmatti-Scarpa (1957, fide Gianotti, 1958, p.41) in den italienischen Voralpen, von Dufaure (1958, p.97) in den westlichen Causses (Südfrankreich) sowie von Pollini & Cuzzi (1960, p. 7) in der Lombardei.

Eine weitere Korrektur ergibt sich hinsichtlich der stratigraphischen Einstufung des Ersterscheinens kalzitischer Tintinnina. Nach Colom (1948, p.255) sind unterhalb des Tithons keine Calpionelliden bekannt. Aus seiner Tabelle (p. 251) ist für das Ersterscheinen ungefähr mittleres Unter-Tithon zu entnehmen.

Bisher gelang es in zwei Fällen, diese Angaben indirekt zu präzisieren. Brönnimann (1954, p.263) fand auf Cuba die untersten Calpionelliden-Kalke über ammonitenführenden Schichten des mittleren Tithons im Sinne von Spath (1950) oder entsprechend mittleres Portland im Sinne Arkell's (1946). Die Bestimmung der Ammoniten besorgte Imlay (briefliche Mitteilung an Brönnimann), vgl. Brönnimann (1954, p. 263).

Nördlich von Chambéry in Südfrankreich beschrieb Donze (1958, p. 42) die ersten noch seltenen Calpionelliden aus Schichten des obersten Unter-Tithons. Die Altersbestimmung ergibt sich indirekt aus den darunter lagern-den Schichten (den sogenannten fausses-brèches) mit der berühmten Ammoni-tenfauna vom Croix-des-St.-Concors, deren Alter von Mazenot (1933, p.246-248; 1939, p. 265; Abb. 8) auf Grund der Berriaselliden und von Donze (1948, p. 183-184; 1958, p. 41) auf Grund der Perisphinctiden übereinstimmend als oberes, jedoch nicht allerhöchstes Unter-Tithon angegeben wird. (Darüber folgt das Ober-Tithon; ein gesondertes Mittel-Tithon wird von diesen Autoren nicht unterschieden).

Auf Cuba und in Südfrankreich konnte also das erste Auftreten kalzitischer Tintinnina auf den Bereich nahe der Grenze Mittel/Oberbeziehungsweise Unter/Ober-Tithon eingeengt werden.

Eine weitere, jedoch weniger scharfe indirekte Altersangabe liegt aus Sizilien vor. Eine 17 m mächtige Schichtenfolge roter feinkörniger Kalke lieferte nach Gianotti (1958, p. 41) eine unlokalisiert aufgesammelte, von Warman & Arkell (1954) bestimmte Ammoniten-Fauna, deren Alter Kimmeridge bis Tithon beträgt. Darüber folgen die ersten Calpionelliden-Kalke.

Im Übrigen wurde bereits von Weiss (1949) im Malm der Klippendecke der West- und Zentral-Schweiz auf Grund indirekter Belege die Vergesellschaftung Calpionella alpina mit Calpionella elliptica als oberes Portland be-trachtet. In dieser Arbeit wird jedoch, wie auch Allemann (1956, p. 166) bemerkt, die klassische Monographie von Mazenot (1939) nicht berück-sichtigt. Stattdessen hielt sich Weiss an eine Stufenbezeichnung von Spath (1933), der insbesondere Mazenot (1939, p.259-261) und Arkell (1956, Tab. p. 167) nicht folgten. Trotzdem gelangte Weiss (1949, p.113) hin-sichtlich der Einstufung der Calpionelliden zu dem gleichen Ergebnis wie

Brönnimann (1954, p.263) und Donze (1958, p. 42 (s.o.).

Die von Allemann (1956, p.167) aus den Angaben von Weiss gewonnenen Schlußfolgerungen (Beginn der Calpionelliden im obersten Ober-Tithon im Sinne von Mazenot) treffen nicht zu. (vgl. p.20f.).

Abgesehen von den genannten Korrekturen bestätigen die bisher zitierten Autoren die von Colom beschriebene vertikale Artenfolge und verwenden (mit Ausnahme von Weiss (1949)) seine stratigraphischen Angaben für die Einstufung von Sedimenten, die keine Makrofauna führen.

In diesem Zusammenhang sind für den europäischen Bereich weitere Autoren zu nennen:

Grunau (1959, p. 52) richtet sich bei stratigraphischen Untersuchungen im Bellavista-Gebiet am Monte Generoso (Tessiner Kalkalpen) nach der Verbreitungstabelle Colom's, ebenso Nicol (1956, zitiert in Grunau 1959, p.54) bei Arbeiten in den präalpinen Decken der Schweiz. Auch Allemann (1956, p. 172) in den ostalpinen Decken des Fürstentums Liechtenstein und Hantke (1959, p.554) im mittel- und südhelvetischen Faziesbereich der Ostschweiz verwenden die Angaben Colom's. Von der Weid (1961, p.603) bezieht sich bei regionalen Studien im Süden des Kantons Fribourg über Nicol (1956), Allemann (1956) und Gianotti (1958) indirekt auf Colom.

Bei der Einstufung einer Mikrofazienfolge durch Malm und Neokom in den Westkarpathen stützt sich Misik (1959, p. 181) auf die Calpionelliden-Stratigraphie Colom's.

Leischner (1959, p.880; 1961) bezieht die Ergebnisse seiner mikrofaziellen Untersuchungen der Jura/Kreide-Grenzserien in den Salzburger Kalkalpen ebenfalls auf die grundlegenden Arbeiten Colom's.

Pollini & Cuzzi (1960, p. 7) ignorieren dagegen die Ergebnisse der internationalen Stratigraphie. Von den fünf Zonen ihres "Tithoniano", von denen die erste mit Belemniten, die zweite mit Aptychen, die dritte mit Calpionelliden, die vierte mit Brachiopoden und die fünfte mit einer Mischung verschiedener Mikrofossilien definiert wird, müßte bereits die dritte auf Grund der Calpionelliden ins Berriasien gestellt werden ! (vgl. p. 2). Diese Zonengliederung hat in der vorliegenden Weise zunächst nur lokale Bedeutung.

Der Zonenbegriff wurde auf die Entwicklung der Calpionelliden erstmals von Bonet (1956) angewendet. Bonet's Arbeit wird in den nach 1956 erschienenen Veröffentlichungen nur von Pasquaré (1961) berücksichtigt. Man darf wohl annehmen, daß sie allen anderen Autoren unbekannt war.

Vom Unter-Tithon bis zum Apt einschließlich benannte Bonet vier Calpionelliden-Zonen, unterbrochen von einer vergleichsweise kleinen Zone mit *Mic-rocalamoides diversus* Bonet (*incertae sedis*), die das untere Drittel des Barreme umfaßt. Bonet (1956, p. 9) bemerkt, daß die Folge der Calpionelliden in Mexiko der von Colom (1948) im mediterranen Tethysbereich und der von Brönnimann (1953, p. 263) auf Cuba angegebenen entspricht.

Im Bereich der Jura/Kreide-Grenze stellte er zwei Zonen auf (Bonet 1956, p. 10): Zuunterst die Zone der *Calpionella alpina* Lorenz, die auch *Calpionella elliptica* Cadisch und im oberen Teil *Calpionella massutiniana* Colom und *Tintinnopsella oblonga* (Cadisch) umfaßt und dem Ober-Tithon entspricht. Darüber folgt die Zone der *Tintinnopsella oblonga* (Cadisch), deren Beginn Bonet mit dem Ersterscheinen von *Tintinnopsella carpathica* (M & F) festsetzt, von der er annimmt, daß ihr Erscheinen das höchste Tithon markiert. Diese zweite Zone umfaßt alle Arten der vorhergehenden und zusätzlich *Stenosemellopsis hispanica* Colom., *Calpionellites darderi* (Colom) u. a.. Sie endet ohne weitere Präzisierung mit dem Verschwinden von *C. alpina* und *C. elliptica* im Berriasien.

Im Verhältnis zur südfranzösischen Ammoniten-Gliederung Mazenot's stellen die Calpionelliden-Zonen Bonet's einen groben Maßstab dar. Seiner Zone der *C. alpina*, die das gesamte Ober-Tithon umfaßt, stehen drei Ammonitenhorizonte, seiner untercretacischen Zone der *Tintinnopsella oblonga* mindestens zwei gegenüber.

Auch Bonet läßt im Text eine direkte Bezugnahme auf leitende Makrofossilien vermissen. In einer stratigraphischen Tabelle bezieht er seine Zonen jedoch auf eine Stufengliederung mit Ammonoideen von Imlay (1944) (Bonet, 1956, Abb. 2).

d.) Problemstellung.

Aus den bisher zitierten Arbeiten geht hervor, daß für die Leitfossilien an der Jura/Kreide-Wende, Ammonoidea und Calpionellidae, ungleichwertige stratigraphische Einheiten definiert wurden.

Ein Entwicklungsvergleich zwischen den beiden Fossilgruppen wurde erstmals von Colom (1948) und später von Bonet (1956) im Maßstab stratigraphischer Stufen bzw. Unterstufen durchgeführt.

Ein für regionale feinstratigraphische Arbeiten und für die möglichst genaue Definition des gesamten Grenzbereiches notwendiger Entwicklungsvergleich auf der Basis der südfranzösischen Horizontgliederung (Mazenot 1939) hat noch nicht stattgefunden.

Daraus ergibt sich die Aufgabe, eine detaillierte Calpionelliden-Stratigraphie zu finden, und diese der konventionellen Feingliederung mit Ammonoideen gegenüberzustellen.

II. DIE EVOLUTION DER CALPIONELLIDAE AN DER JURA/ KREIDE-WENDE UND IHRE PARALLELISIERUNG MIT AM- MONOIDEA.

a.) Vorbemerkung zur Methode.

Das relativ seltene Vorkommen von Ammonoideen in den kalkalpinen Jura/Kreide-Grenzschichten hat zur Folge, daß Entwicklungsvergleiche über längere Zeiträume hinweg meistens nur an räumlich voneinander getrennten Profilausschnitten vorgenommen werden können. Da sich die Calpionelliden in Anzahl und Gleichmäßigkeit des Vorkommens umgekehrt verhalten, bieten die wenigen Fundpunkte, die sicher datierbare Ammonoideen-Faunen geliefert haben, uneingeschränkte Vergleichsmöglichkeiten.

An den Beginn ist deshalb die Beschreibung einer Zonenstratigraphie mit Calpionelliden an Hand des Typusprofils vom Rechenberg zu stellen. Die Altersbeziehungen jedoch erfolgen an Teilprofilen, die durch das Zusammenvorkommen von Ammonoideen und Calpionelliden ausgezeichnet sind.

b.) Zonengliederung mit Calpionelliden.

1.) Das Typusprofil vom Rechenberg.

Die als Typusprofil ausgewählte Schichtenfolge vom Rechenberg, 2,5 km ENE Oberwössen (Blatt Reit im Winkl (818); Ko.P. 45 38525/52 87150) ist besonders vollständig aufgeschlossen und tektonisch wenig gestört. Der Aufschluß verläuft entlang der Hangseite eines Holzfuhrgangs, der ungefähr senkrecht zum Schichtstreichen angelegt ist.

Über dem Radiolarit folgen nach einer mit Harnischen versehenen Störfläche als Beginn der Aptychen-Schichten 0,50 m grau-grüne Kalkmergel mit roten Kieselknollen. Diese Schichten enthalten Radiolarien (Spumellaria und Nassellaria) und Skelettelemente von *Saccocoma alpina* (Lombard). Erst in den unmittelbar darüber lagernden Kalkmergeln (ab Schliff Re 2) erscheinen kalzitisierte Tintinnina.

In Zone 1 handelt es sich an der Basis um kleine Loricae von *Calpionella elliptica* Cadisch, deren Wandungen durch perlschnurartig aufgezoogene Kalzitkörnchen gebildet werden.

Zwischen 1,30 m⁺ (Re 4) und 2,50 m (Re 5) treten größere Formen auf, deren Loricae stärker verkalkt sind.

Zone 2 beginnt zwischen ca. 3,50 m (Re 7) und 4,50 m (Re 8) mit dem Erscheinen von *Calpionella alpina* Lorenz im allgemeinen und *Calpionella alpina grandis* n. subsp. im besonderen, deren Individuen zugleich einen Höhepunkt in der Stärke der Lorica-Verkalkung darstellen. Hinsichtlich des Individuenanteils überwiegt jedoch *C. elliptica* weitaus.

Zwischen 6,20 m (Re 11) und 7 m (Re 12) erlangt dann *C. alpina grandis* klar die Vorherrschaft (Beginn Zone 3).

Die Möglichkeit der weiteren Zonierung (Ende Zone 3/ Beginn Zone 4) liefert das rasche Aufblühen einer weiteren Unterart von *C. alpina*: zwischen 9,35 m (Re 17) und 9,55 m (Re 18) wird *C. alpina cadischi* n. subsp. häufig, während *C. alpina grandis* praktisch vollständig erlischt. *C. elliptica* ist weiterhin zahlreich vertreten. Im oberen Teil dieser Zone erscheint *Calpionella masutiniana* Colom.

Das Ende der Zone 4 und der Beginn von Zone 5 liegt zwischen ca. 19,60 m (Re 30) und 19,80 m (Re 31) und ist gekennzeichnet durch die Verbreitung der Art *Tintinnopsella carpathica* (Murgeanu & Filipescu), die nur sehr seltene und meist untypische Vorläufer besitzt.

Die Individuenfrequenzen der vorausgehenden Zonen werden von nun an nicht mehr erreicht.

Weitere zunächst vereinzelt neu erscheinende Arten sind:

Stenosemellopsis hispanica Colom

Tintinnopsella cadischiana Colom

Tintinnopsella oblonga (Cadisch) ?;

Exemplare mit oralem Kragen !

Amphorellina subacuta Colom

Wichtige akzessorische Bestandteile der Fauna bilden *C. alpina cadischi* und *C. elliptica*.

Mit dem Beginn der Zone 5 gleichzeitig setzt im Rechenberg-Profil die Fazies der bianconeartigen Kalke mit schwarzen Kieselknauern ein. In Dünnschliffen dieser Gesteine sind häufig voll kalzitisierte Radiolarien zu beobachten, die in schichtparallelen Kieselbändern schwimmen. Zwischen Re 41 und Re 42 ergab sich infolge Hangschuttüberdeckung eine ca. 4,50 m breite Beobachtungslücke, in der sich jedoch, wie die folgenden Schiffe zeigten, keine entscheidenden Schritte der Calpionelliden-Evolution vollzogen.

Alle Metermaße geben den Abstand zur Basis der Aptychenschichten an.

Die letzte der kieselhaltigen Schichten liegt bei ca. 32, 80 m (Re 46). In ihrem Hangenden folgt wiederum eine Serie graugrüner Kalkmergel, die zwischen ca. 35, 50 m und 38, 50 m durch Hangschuttüberdeckung unterbrochen ist.

Die abschließende Zone 6 nimmt ihren Anfang bei ca. 38, 50 m (Re 51) mit der beginnenden Verbreitung von *Calpionellites neocomiensis* Colom. In Re 51 fanden sich erst 3 Exemplare dieser Art, in Re 52 dagegen ist sie bereits häufig vorhanden. Alle Arten der Zone 5 persistieren. Hinzu kommen:

- Calpionellites darderi* (Colom); selten
- Tintinnopsella longa* (Colom)
- Tintinnopsella oblonga* (Cadisch); Exemplare ohne oralen Kragen !

In den Bereich der Zone 6 fällt ein ca. 3 m mächtiger Komplex roter Geröllmergelschichten (ca. 41, 50 m (Re 54) bis 44, 50 m (Re 55)). Die Gerölle entstammen, mit *Calpionelliden* nachweisbar, den Zonen 5 und 6 des Liegenden. Auffallend sind neben der rostroten Farbe charakteristische Grünflecken. Die Umlagerungsvorgänge, die zur Bildung dieses Sediments führten, beginnen bereits ca. 1 m unter der roten Lage. Über ihr setzt sich die Serie der grau-grünen Kalkmergel fort. Bei ca. 45 m (Re 56) über Top Radiolarit und 0, 50 m über der roten Lage wurde die Fortsetzung der Zone 6 nachgewiesen und die Untersuchung des Typusprofils (Abb. 2 und 3; Fazieslegende siehe p. 89) mit dem Ende des Aufschlusses abgebrochen. (Zur Definition der Obergrenze von Zone 6 vgl. Profil Hammerergraben, p. 27).

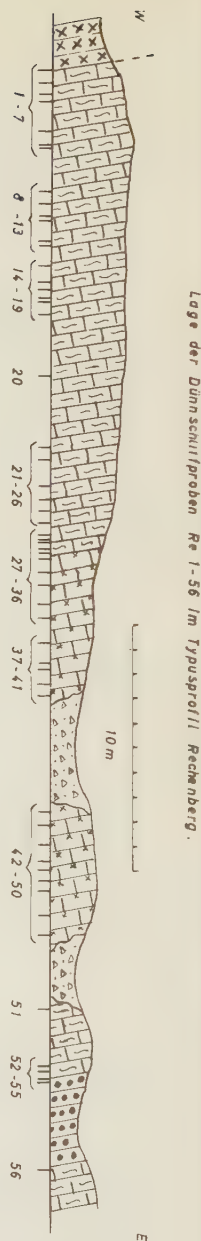


Abb. 2
Beschreibung
im Text.

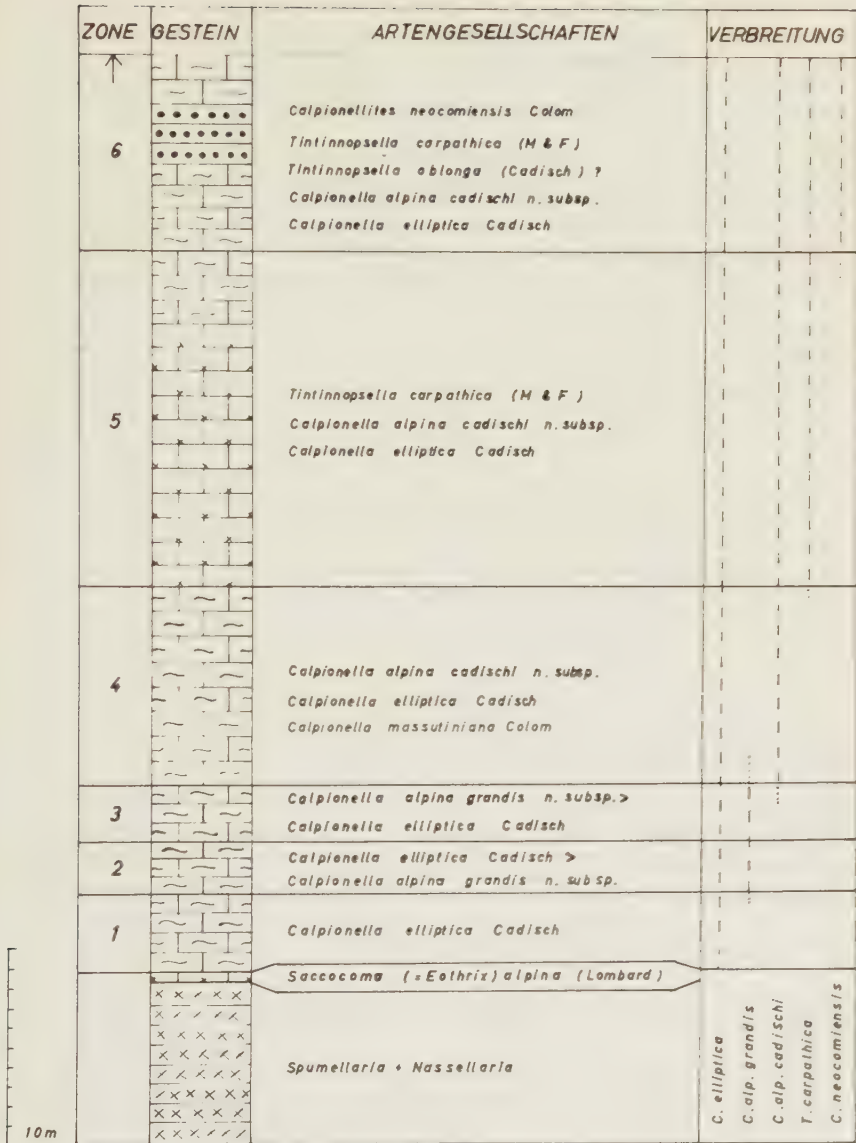


Abb. 3

TYPUSPROFIL RECHENBERG

2.) Der Zonenbegriff im Typusprofil.

Wie aus der Beschreibung hervorgeht, wurden bei der Aufstellung der Zonenfolge im Rechenberg-Profil vier verschiedene Zonenkriterien verwendet:

- a.) das rasche Aufblühen einer neu erscheinenden Art, bzw. Unterart,
- b.) der Wechsel des Individuenanteils zweier Arten im Verhältnis zur Gesamtzahl,
- c.) die phylogenetische Entwicklung einer Art,
- d.) die akzessorischen Faunenelemente.

Diese Kriterien wurden, wie die nachfolgende tabellarische Übersicht zeigt, bei der Kennzeichnung der einzelnen Zonen verschiedenartig kombiniert:

Zone	Kriterium	
6	a	d
5	a	d
4		c d
3	b	c
2	a	b
1	a	

Die akzessorischen Faunenelemente der Zonen 5 und 6 des Typusprofils, *C. alpina* und *C. elliptica*, sind von besonderer Bedeutung bei der Abgrenzung gegen die von Bonet (1956, p. 10ff, Abb. 2) aufgestellten Zonen des höheren Neokoms, in denen die wichtigsten Arten der Zone 5 und 6 noch vorhanden sind, während *C. alpina* und *C. elliptica* als akzessorischer Bestandteil fehlen.

c.) Parallelisierung der Zonengliederung des Typusprofils.

Im Folgenden beginnt mit dem Profil vom Haßberg die Reihe der Profile, die geeignet sind, die am Rechenberg gefundenen Calpionelliden-Zonen zu bestätigen und mit Hilfe von Ammonoideen zu datieren.

1.1) Das Profil vom Haslberg :

Parallelisierung an der Wende Mittel-/Ober-Tithon.

Der "Marmor"-Bruch am E-Ausläufer des Haslbergs, ca. 4 km SW Böhlding, (Blatt Dürrnbachhorn (819) Ko. P. 45 47250/52 90275); hat umfangreiches Ammonitenmaterial geliefert.

Neben meinen eigenen Aufsammlungen stand Material der Bayerischen Staatssammlung für Paläontologie und historische Geologie (Slg. L. Nöth und Slg. K. Frank) und als Ergänzung eine Fossilliste Oppel's (1865, p. 53 i) zur Verfügung.

Die Calpionelliden sind in maximaler Häufigkeit vorhanden. Ihre Entwicklung verläuft im gleichen Sinne wie im Typusprofil von Rechenberg.

Die mikrofazielle Beschreibung des Haslberg-Profiles sei vorangestellt.

Die Basis bildet ein harter oolithischer Bankkalk von gelblich-rötlicher Farbe. Im Dünnschliff zeigt er das gleiche Bild wie der von Leischner (1959, p. 852, Taf. 3, Fig. 3) beschriebene und abgebildete "Tressensteinkalk" des Kimmeridge. Wie in diesem schwimmen in einer fast rein kalzitischen Grundmasse kreisrunde Oolide sowie unregelmäßig geformte Onkoide und Pseudooloid (abgerollte Radiolarien), die sich alle durch die ihnen gemeinsame schwarz-graue Substanz kontrastreich von der lichten Grundmasse abheben. Als Einschlüsse finden sich in den Ooiden und Onkoiden Skelettelemente von Radiolarien und Crinoiden (Schliff HB 1).

Für die von Nöth (1926, p. 495) vorgenommene Datierung der Kalke als Rät fanden sich keinerlei Belege, auch nicht solche, die auf eine Schichtlücke zwischen dem angeblichen Rät und dem hangenden Tithon hindeuten. Wahrscheinlich handelt es sich wie beim "Tressensteinkalk" um Kalke des Kimmeridge, obgleich eine sehr ähnliche Fazies nach Hagn (1955, Taf. 11, Abb. 2; Taf. 12, Abb. 2) auch aus dem Ober-Rät der mittleren bayerischen Alpen bekannt ist.

Über dem Pseudoolith, der die gesamte E-Seite des Steinbruchs einnimmt, folgt im W-Teil des Bruchs der als Baustein bekannte, dickbankige, rote, knollig -flaserige Haslberg-"Marmor" in einer Mächtigkeit von ca. 20, 50 m.

Die knollig-flaserige Beschaffenheit hat ihre Ursache in Resedimentationserscheinungen, die makro- und mikroskopisch das Gestein prägen.

Bis ca. 6 m über dem Pseudoolith zeigen die roten Knollenkalke im Dünnschliff (Hß 2-4) lediglich die "Lombardia"-Mikrofazies (Misik 1959, p. 180), vgl. p. 4. Dabei handelt es sich fast ausschließlich um den Detritus der ungestielten Crinoide *Saccocoma* Agassiz (= *Eothrix* Lombard), nach Brönnimann (1955, p. 43) auch um Skelettelemente von Holothurien oder Ophiuroideen, für die Brönnimann die Gattung *Lombardia* errichtete. Nur ein Bruchteil des Sediments besteht aus feinkörniger anorganischer Substanz, deren Anteil zum Hangenden jedoch ständig zunimmt.

Im Gegensatz zu der spätig-kalkigen Fazies der unteren ca. 6 m findet man in den folgenden ca. 11 m des Profils (Hß 5 - 14) eine graue, vorwiegend kalkige Grundmasse, in der die zahlreich vorhandenen spätigen Mikroorganismenreste eingebettet sind. In dieser kalkig - spätigen Fazies besteht die Mikrofauna bis ca. 6 m (Hß 9) vorherrschend aus Skelettresten von *Saccocoma alpina* (Lombard). Ab 6 m kommen Kalkalgen (*Chlorophyceae*) hinzu: *Globochaete alpina* Lombard und *Stomiosphaera moluccana* Wanner sowie kalkige Gehäuse unbekannter systematischer Zugehörigkeit der Gattung *Pithonella* Lorenz 1902.

Die letzten ca. 3,50 m des Profils (Hß 15-27), von ca. 17 m bis 20,50 m über dem Pseudoolith sind durch eine rein kalkige Grundmasse charakterisiert, in der die Entwicklung der Calpionelliden einsetzt. Bis ca. 19 m (Hß 21) erscheint jedoch auch noch in geringer Häufigkeit die oben beschriebene Fauna.

Neu im Hinblick auf das Typusprofil von Rechenberg ist das Auftreten von *Tintinnina* in organischer Erhaltung ca. 1 m unterhalb der Calpionelliden-Fazies. Bei ca. 16 m (Hß 13) und 17 m (Hß 14) konnten zahlreiche organisch erhaltene Individuen festgestellt werden. Erst zwischen ca. 17,50 m (Hß 15) und 18 m (Hß 16) wurden die ersten kalzitisierten *Tintinnina* mit *Calpionella* aff. *elliptica* Cadisch beobachtet, und zwar hier zusammen mit organisch erhaltenen und auch einigen Übergangsformen, deren Loricæ eine organische Außenwand und eine kalzitische Innenwand besitzen. Auffallend ist, daß die Loricæ der rein organischen Exemplare durch den Besitz eines ausgeprägten oralen Kragens höher spezialisiert erscheinen als die rein kalzitischen (vgl. Systematik, p. 40 ff.).

Die weitere Entwicklung der kalzitischen Tintinnina vollzieht sich in Übereinstimmung mit dem Typusprofil von Rechenberg bis einschließlich Zone 3: Zone 1 (*C. elliptica*) umfaßt die Schiffe Hß 15-19, Zone 2 (*C. elliptica*, *C. alpina grandis*) Hß 22-27; ab Hß 26 wird bereits *C. alpina cadischii* häufig.

Der Haßberg-"Marmor" lieferte bis jetzt folgende Ammoniten-Fauna:

1.) Material der Bayerischen Staatssammlung für Paläontologie und historische Geologie.

a.) Sammlung K. Frank:

Semiformiceras semiforme (Oppel)
Subplanites contiguus (Zittel non Catullo)
Subplanites cf. *contiguus* (Toucas non Catullo)
Lithacoceras cf. *geron* (Zittel)
"Perisphinctes" *pseudocolubrinus* (Kilian)
Aspidoceras cf. *avellanum* (Zittel)
Haploceras elimatum (Oppel)
Hemihaploceras nobile (Neumayr)
Virgatosphinctes (?) *transitorius* (Oppel)
Ptychophylloceras ptychoicum (Quenstedt)
Lammellaptychus beyrichi (Oppel) var. *fractocosta*
Trauth

b.) Verschiedene Exemplare, z. T. Belegmaterial zu Nöth (1926, p. 461 - 462):

Windhauseniceras aff. *internispinosum* (Krantz)
"Perisphinctes" aff. *plebejus* (Neumayr)
Sublithacoceras senex (Oppel)
Subplanites contiguus (Toucas non Catullo)
Simoceras cf. *ptychodes* (Neumayr)
Aspidoceras cyclotum (Oppel)
Berriasella cf. *lorioli* (Zittel)

2.) Eigene Aufsammlungen:

Micracanthoceras microcanthum (Oppel)
Subplanites contiguus (Zittel non Catullo)
Subplanites pouzinensis (Toucas)

Glochiceras carachtheis (Zeuschner)
Aspidoceras sp.
Haploceras elimatum (Oppel)
Haploceras verruciferum (Meneghini)
Phylloceras ptychostomum (Benecke)
Holcophylloceras silesiacum (Oppel)
Protetragonites quadrisulcatus (d'Orbigny)
Virgatosphinctes (?) *transitorius* (Oppel)
Ptychophylloceras ptychoicum (Quenstedt)
Lamellaptychus beyrichi (Oppel)

3.) Faunenliste Oppel's (1865, p. 537):

Hybonoticeras hybonotum (Oppel)
Hemilytoceras sutile (Oppel)
Holcophylloceras silesiacum (Oppel)
Ptychophylloceras ptychoicum (Quenstedt)
Phylloceras tortisulcatum (d'Orbigny)
Pygope diphya (Zeuschner)

Die Fundfolge charakteristischer Ammoniten-Arten im Haßberg-Profil, bezogen auf eine Kombination internationaler Teilgliederungen des Tithons, gibt Abbildung 4, p. 21).

Bei der Aufstellung der Fundfolge konnten auf Grund der am Haßberg durch Serienschliffe bekannten Mikrofazies nicht horizontiert gesammelte Ammoniten in den p. 18 gegebenen Grenzen nachträglich ins Profil wieder eingestuft werden.

Den für die Parallelisierung mit den Calpionelliden der Zone 1 wesentlichen Bestandteil der Fauna (*V. transitorius*) habe ich zwischen Hß 15-19 (vgl. Abb. 5) dem anstehenden Gestein entnommen.

Bei ca. 16 m (Hß 13) und 17 m (Hß 14) wurden im Haßberg-Profil Tintinnina in organischer Erhaltung gefunden. Bei ca. 18 m (Hß 15; Schliff durch ein Exemplar von *V. transitorius*) war das erste Auftreten von *V. transitorius* etwa gleichzeitig mit den ersten kalzitisierten Tintinnina der Zone 1 (*C. elliptica*) festzustellen.

Bezogen auf die südfranzösische Ammoniten-Gliederung beginnt also Zone 1

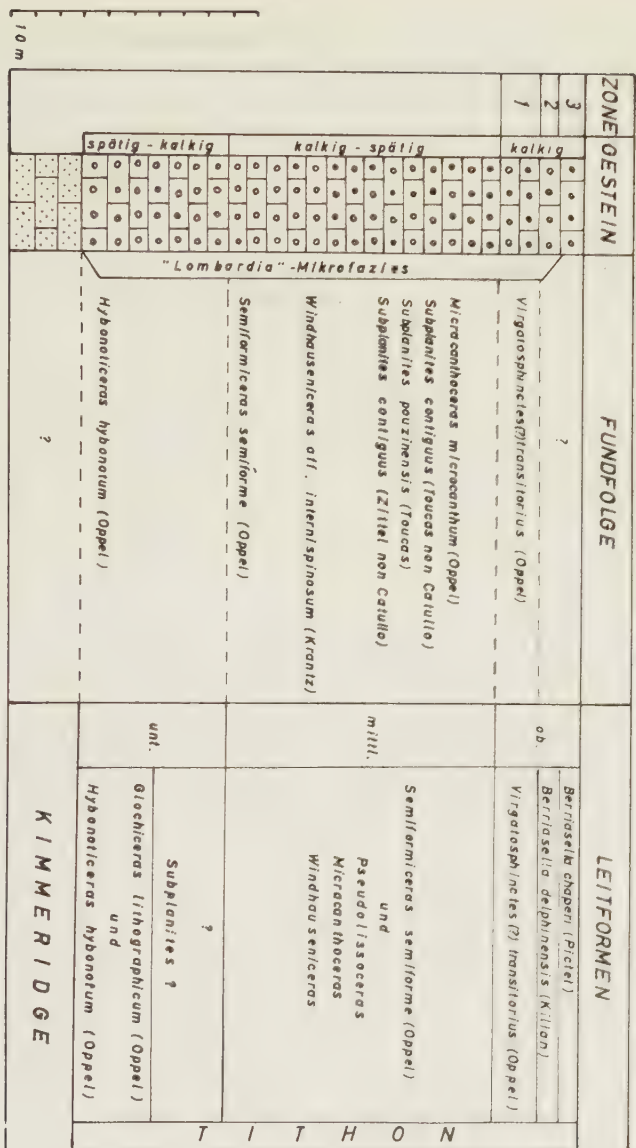


Abb. 4

an der Wende Mittel-/Ober-Tithon, während die organisch erhaltenen Tinnina ins oberste Mittel-Tithon zu stellen sind. Die Calpionelliden-Zonen 2 (ab 18, 70 m) und 3 (ab 19, 50 m) können am Haßberg nicht eingestuft werden, da entsprechend jüngere Ammonitenfaunen fehlen.

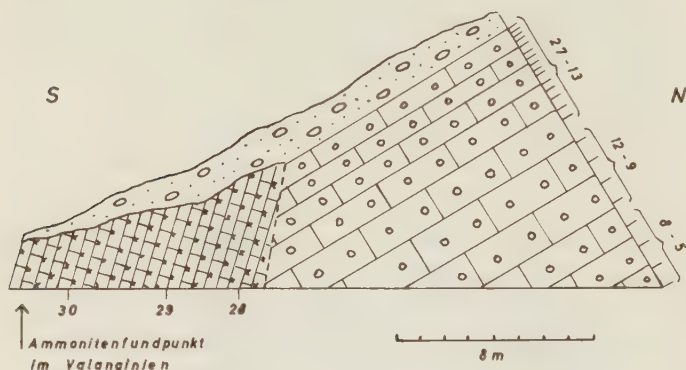


Abb. 5 Profil durch den W-Teil des Steinbruchs am Haßberg mit Lage der Dünnschliffproben Hß 5 - 30.

Über dem Haßberg-"Marmor" im W-Teil des Steinbruchs liegt heute jung-eiszeitliche Moräne (vgl. Abb. 5). Die Erosionsgrenze Moräne/Flaserkalk ist wahrscheinlich identisch mit der einstigen Faziesgrenze Flaserkalk/Aptychenschichten, unter der Annahme, daß diese im Gegensatz zum Flaserkalk leicht erodierbar waren. Allem Anschein nach ist der Haßberg-"Marmor" an dieser Stelle nahezu vollständig erhalten.

Ein tektonischer Kontakt zwischen Aptychenschichten und Haßberg-"Marmor" verläuft entlang der Südseite des Steinbruchs (vgl. Abb. 5). Hier grenzen mit einer steilen Störfläche die dick gebankten, roten Knollenflaserkalke an hellgraue spröde Aptychen-Kalke mit zahlreichen schwarzen Kieselknauern und häufig eingeschalteten grau-schwarzen bituminösen Tonlagen. Diese Schichten enthalten keine Calpionelliden (Hß 28-30), um so reichlicher jedoch Radiolarien.

Ca. 10 m über der Störung wurde folgende Fauna gesammelt:
Olcostephanus asterianus (d'Orbigny)

Lyticoceras regale (d' Orbigny)
Neolissoceras grasianum (d' Orbigny)
Crioceratites sp.
Lamellaptychus angulocostatus (Peters)
Pygope triangulus (Lamarck)

Diese Fauna darf als typisch für das Valanginien gelten. Ihr Alter liefert eine Mindestgrenze, die das Vorkommen von Calpionelliden in den Aptychen-Schichten dieser Lokalität erheblich unterschreitet.

2.) Das Profil vom Sulzenmoos-Graben:

Parallelisierung im Ober - Tithon.

Das Profil vom Sulzenmoos-Graben liegt ca. 6 km SW vom Haßberg (Blatt Dürnbachhorn (819); Ko. P. 45 43175/52 86525).

Das Liegende bildet Radiolarit. Es folgen 0,50 m roter, spätiger Kalk, 0,50 m harter, rötlich-grauer flaseriger Knollenkalk und 1,50 m mürbe, rostrote Geröllmergel mit charakteristischen Grünflecken. Dann beginnt die Fazies der Aptychen-Schichten mit ca. 8 m grau-grünen Kalkmergeln im Liegenden. Darüber folgen ca. 7 m spröde, helle Kalke mit schwarzen Kieselknauern. Nach einer in spitzem Winkel zum Streichen verlaufenden Störung, begleitet von einer ausgeprägten brecciösen Zone, setzt das Profil mit einer Kalk- und Tonmergelserie fort.

Schliffuntersuchungen ergeben, daß die basalen Schichten dieses Profils fazielle Äquivalente des Haßberg-"Marmors" darstellen. Nach der spätig-kalkigen "Lombardia"-Mikrofazies (bis 0,50 m (Schliff Su 1)) mit Resedimentationen im mikroskopischen Bereich folgt die kalkig-spätige Fazies mit *Saccocoma alpina* (Lombard) (bis 1 m (Su 2)). Diese Schichten zeigen auch makroskopische Resedimentationserscheinungen.

Mit der Fazies der roten Geröllmergel, die im Haßberg-Profil nicht auftreten, beginnt im Sulzenmoos-Graben (Su 3) die Entwicklung der Calpionelliden mit Zone 1 (*C. elliptica*). Die Basis der Aptychen-Schichten (Su 4) gehört ebenfalls in Zone 1. Bei ca. 4 m (Su 5) über dieser Basis findet sich bereits Zone 2

(*C. elliptica* und *C. alpina grandis*), bei ca. 8 m (Su 6) Zone 3 (*C. alpina grandis* und *C. elliptica*) ; hier setzt die Fazies der spröden, hellen Kalke mit schwarzen Kieselknauern ein. Bei ca. 12 m (Su 7) und ca. 15 m (Su 8) ist Zone 4 (*C. alpina cadischi* und *C. elliptica*) festzustellen. Nach der oben beschriebenen Störung folgen bei ca. 2 m (Su 9) und ca. 4 m (Su 10) spärliche Calpionelliden-Faunen des oberen Teils der Zone 6 (*C. neocomiensis* etc.).

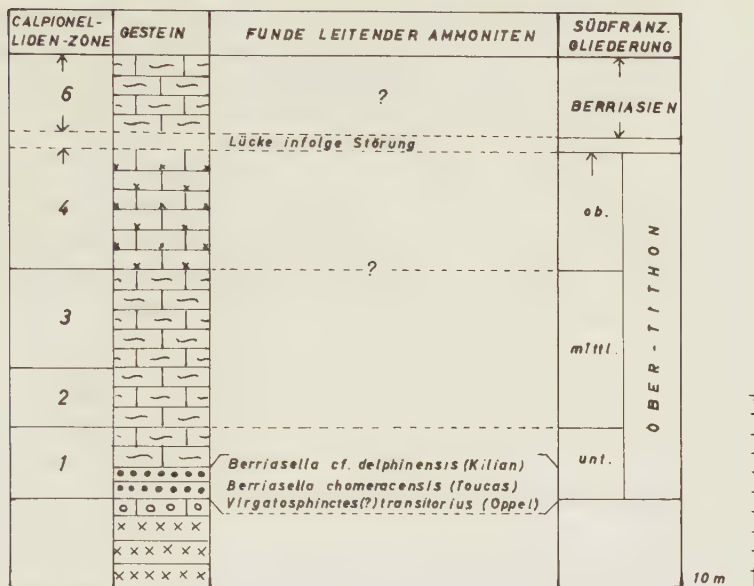
Aus tektonischen Gründen fehlen also Zone 5 und Teile der angrenzenden Zonen 4 und 6.

Die grüngefleckten roten Geröllmergelschichten vom Sulzenmoos-Graben liefern folgende Ammoniten-Fauna:

Virgatosphinctes (?) *transitorius* (Oppel)
Berriasella chomeracensis (Toucas)
Berriasella cf. *delphinensis* (Kilian)
Berriasella cf. *jakobi* Mazenot
Hemilytoceras sutile (Oppel)
Ptychophylloceras ptychoicum (Quenstedt)
Punctaptychus punctatus (Voltz)

Neben der häufig vorhandenen Leitform des unteren Ober-Tithon, *V. transitorius* finden sich in den roten Geröllmergelschichten des Sulzenmoos-Grabens bereits einige *Berriasellen*, die ihre Hauptentwicklung erst im mittleren Ober-Tithon (Typlokalität Chomérac) haben.

Im Vergleich zu dem jüngsten Faunenanteil des Haßlberg-Profiles zeigt also das Alter dieser Fauna eine leichte Verschiebung zum mittleren Ober-Tithon hin. Daraus wird wahrscheinlich, daß die Calpionelliden-Zone 1 (*C. elliptica*) innerhalb der die ganze Fauna liegt, das gesamte untere Ober-Tithon vertritt (vgl. Abb. 6 p. 25).



PROFIL SULZENMOOS-GRABEN

Abb. 6. Parallelisierung der Calpionelliden-Zone 1 (*C. elliptica*) mit dem unteren Ober-Tithon der sudfranzösischen Ammonitengliederung.

3.) Das Profil vom Hammerer-Graben:

Parallelisierung im Berriasien.

Das Profil vom Hammerer-Graben, ca. 1,25 km NE (Blatt Reit im Winkl (818); Ko. P. 45 37300/52 86400), liegt im Muldenkern der östlichen Oberwössener Mulde (vgl. Doben 1959).

Der Aufschluß befindet sich in einem steilen Bachanriß, der zum Hammerer-Graben hinabführt. Obgleich das umgebende Gebiet starke Faltung aufweist, ergeben sich für das Profil selbst keine besonderen tektonischen Komplikationen.

Die Untersuchung des Profils wurde mit den gleichen grüngefleckten, roten Geröllmergelschichten begonnen, mit denen die Beschreibung des Rechenberg-Profils endete (vgl. p. 14 und Abb. 2 p. 14). In Anbetracht der geringen Distanz zwischen beiden Profilen wird somit im Hammerer-Graben die Beschreibung des Rechenberg-Profils in die Hangendserien hinein fortgesetzt.

Die rote Lage vom Hammerer-Graben weist als besondere Merkmale Fließfaltung und große (bis 10 cm Durchmesser), gutgerundete Gerölle auf. Eine der Geröllkomponenten bildet Biancone-artiger Kalk mit schwarzen Kieselknauern. Gemessen am Normalprofil vom Rechenberg würde dies Abtragung und Aufarbeitung von ~~wenigstens~~ 10 Profilm Metern bedeuten.

Über der roten Lage folgt eine eintönige Serie von schwarzgefleckten, häufig auch mit Rostflecken versehenen Kalk- und Tonmergeln. Ca. 28 m über der roten Lage wurde ein relativ reichhaltiger Fossilfundpunkt entdeckt. Ca. 40 m über der roten Lage finden sich in einem Bereich von ca. 0,50 m dicht aufeinander folgende Einschaltungen von 5 - 10 cm mächtigen, feinkörnigen Kalksandsteinlagen.

Das Profil setzt fort in der vorher beschriebenen Gesteinsbeschaffenheit und endet schon nach wenigen Metern unter Hangschutt.

Etwa 250 m weiter westlich, parallel zum Streichen, findet man im Alpschlecht-Graben ca. 5 - 10 m höher die Fortsetzung des Profils mit ca. 10 m spröden, bianconeartigen Kalken, die eine Faziesrekurrenz und -konvergenz zu den Kalken im Liegenden der roten Lage darstellen (vgl. Profil vom Rechenberg, p. 13 und 14). Die Altersverschiedenheit der beiden Fazieskomplexe ist durch Ammoniten und Calpionelliden (vgl. unten) gesichert. Dieser Befund hat zur Folge, daß die auf fazieller Grundlage rekonstruierte Spezialmulde der Aptychen-Schichten innerhalb der östlichen Oberwössener Mulde ~~s. str.~~ (Doben 1959) hinfällig wird, da die Biancone-Kalke des Alpschlecht-Grabens nicht dem Tithon sondern dem oberen Berriasien angehören.

In den unmittelbar über den Biancone-Kalken folgenden Kalk- und Tonmergeln wurde ein ausgewachsenes Exemplar von *Spiticeras ducale* (Matheron) gefunden, in der südfranzösischen Ammonitengliederung eine der Leitformen des oberen Berriasien. Damit ist der Endpunkt des Profils bei ca. 60 m datiert.

Der Fossilfundpunkt bei ca. 28 m Profilhöhe lieferte folgende Fauna:

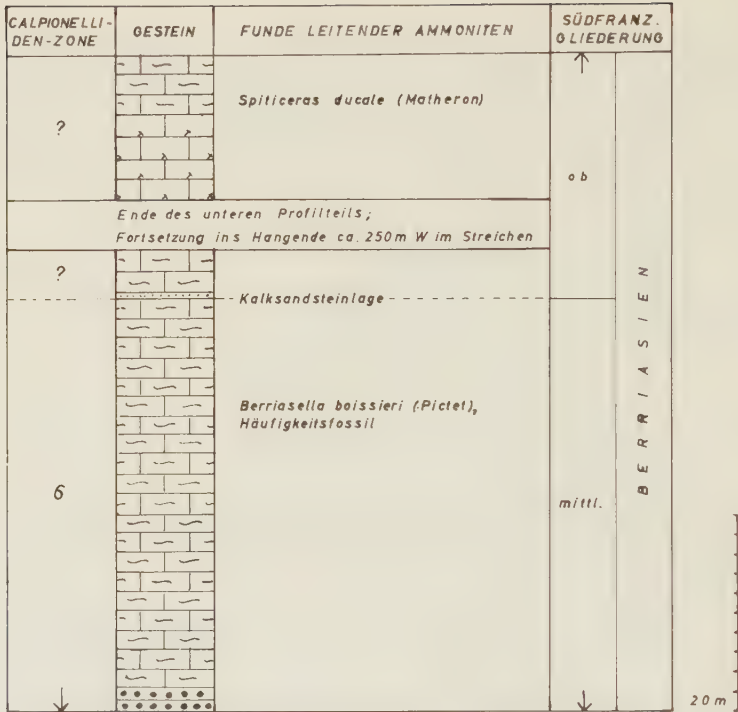
Berriasella boissieri (Pictet); Häufigkeitsfossil
Berriasella aff. *obtusenodosa* (Retowski)
Berriasella privasensis (Pictet)
Berriasella cf. *gallica* Mazenot
Berriasella cf. *andrussowi* (Retowski)
Berriasella cf. *malbosi* (Pictet), Fragment
Spiticeras kiliani Djanélidzé
Phylloceras tethys (d'Orbigny)
Protetragonites quadrisulcatus (d'Orbigny)
Lytoceras subfimbriatum (d'Orbigny)
Lamellaptychus angulicostatus (Peters)
Inoceramus neocomiensis (d'Orbigny)
Terebratula sp.

Mit *B. boissieri* als Häufigkeitsfossil erweist sich die Fauna als typisch für das mittlere Berriasien (vgl. p. 5).

Die Entwicklung der Calpionelliden wurde von der roten Lage (Schliff Ha 1) bis ca. 35 m (Ha 10) untersucht. Bis zu dieser Profilhöhe wurden immer noch die charakteristischen Arten der Zone 6 (*C. neocomiensis*, *T. carpathica* etc.) gefunden. Der Ammonitenfundpunkt bei ca. 28 m liegt also innerhalb der Zone 6 und gibt für einen Teil dieser Zone die sichere Zuordnung zum mittleren Berriasien.

In den letzten Schriffen der Serie Ha 1 - 10 treten *C. alpina cadischi* und *C. elliptica* bereits sehr selten auf. Dem Beispiel Bonet's (1956, p. 10) folgend, wird das Aussterben von *C. alpina* und *C. elliptica* als Markierung einer Zonengrenze verwendet, hier als Definition der Obergrenze von Zone 6. In den hangenden Biancone-Kalken zwischen ca. 45 und 50 m, die eine spärliche Calpionelliden-Fauna (Ha 11) zeigen, sind beide Arten verschwunden.

Da diese Kalke mit *Spiticeras ducale* (Matheron) im Hangenden zumindest ins obere Berriasien hinaufreichen, erscheint die Annahme vertretbar, daß Zone 6 die Obergrenze des mittleren Berriasien nicht wesentlich überschreitet (Abb. 7, p. 28).



PROFIL HAMMERER-GRABEN

Abb. 7. Parallelisierung eines Teils der Calpionelliden-Zone 6 (*C. neocomiensis* etc.) mit dem mittleren Berriasien der südfranzösischen Ammonitengliederung.

4.) Das Profil von Chadouillet bei Berrias (Südfrankreich).

Parallelisierung an der Jura/Kreide-Grenze.

Innerhalb des regionalen Rahmens dieser Arbeit ist es nicht gelungen, eine Ammonitenfauna unmittelbar an der Jura/Kreide-Grenze ausfindig zu machen. Die zwischen dem unteren Ober-Tithon und mittleren Eemiasien gelegenen Calpionelliden-Zonen 2, 3, 4, 5, deren Definition sich bereits in mehreren Profilen als gültig erwiesen hatte, boten einen Ausweg. Durch ihre enge Aufeinanderfolge bilden sie einen genügend feinen Maßstab, der es ermöglichte, an der Typlokalität der untersten Kreide (Berriasien) in der Gegend von Berrias (Südfrankreich) eine erfolgreiche Parallelisierung vorzunehmen.

Nach Mazenot (1939, p. 24) bleibt die Gegend um Bernas trotz der Existenz "schönerer Ablagerungen" gleichen Alters als Typlokalität würdig, da die von Pictet (1867) beschriebene Fauna typisch für das Bernasien sei. Als Typlokalität Bernas gilt nicht ein bestimmtes Einzelprofil. Die Ammoniten-Fauna, die durch die Monographie von Pictet (1867) berühmt wurde, entstammt einer Vielzahl von Einzelaufschlüssen.

Das Ammoniten führende Gestein besteht aus dünn gebankten, grau-grünen Kalkmergeln in der Fazies der nordalpinen Aptychen-Schichten. Darunter lagern dick gebankte, weiße Kalke, die in der Umgebung des Dorfes Berrias eine wild zerklüftete Karstoberfläche bilden, auf der die Aptychen-Schichten nur an wenigen Stellen von der gänzlichen Abtragung bewahrt wurden. Vollständige Profile sind daher selten.

Ca. 6 km südlich Berrias beschrieb Donze (1958, p. 52-53) ein Profil an der Straße von Chadouillet nach St. -André-de-Cruzières (Abb. 8).

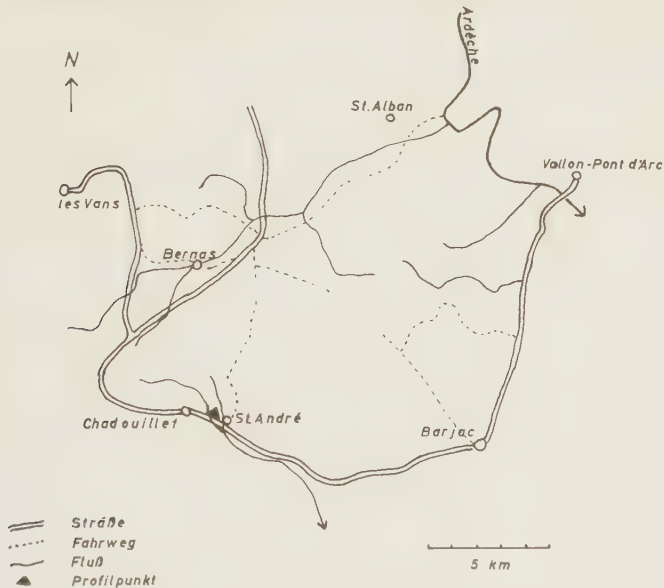


Abb. 8. Lage des Jura/Kreide-Grenzprofils an der Straße von Chadouillet nach St. -André-de-Cruzières, südlich Berrias.

Das Profil erschließt die dickbankigen weißen Kalke des Ober-Tithons im Liegenden und darüber ca. 40 m Aptychen-Schichten der untersten Kreide.

Im Bereich dieses faziellen Kontaktes, der in der Gegend von Berrias mit dem stratigraphischen Kontakt zweier Formationen zusammenfällt, wurden Dünnschliffproben zur Untersuchung der Calpionelliden-Fauna entnommen.

Es ergab sich folgendes Profil:

1 m unter Top Ober-Tithon (Schliff Bs 1) und Top Ober-Tithon (Bs 2) gehören der Calpionelliden-Zone 4 (*C. alpina cadischi* und *C. elliptica*) an. Die Basis des Berriasien (Bs 3 a, 3 b) sowie die darüber folgenden ca. 10 m (Bs 4-9) umfassen den unteren Teil der Zone 5 (*T. carpathica*, *C. alpina cadischi*, *C. elliptica* etc.). Nach einem Bereich zwischen ca. 10 und 20 m, der durch Quartar überdeckt ist, zeigt Bs 10 bei ca. 20 m bereits Zone 6 (*C. neocomiensis*, *T. carpathica* etc.) an.

Auch bei ca. 25 m (Bs 11) und ca. 40 m (Bs 12) wurde noch Zone 6 festgestellt.

Aus dieser Untersuchung folgt, daß die Grenze zwischen Zone 4 und 5 zugleich die Formationsgrenze ist (Abb. 9).

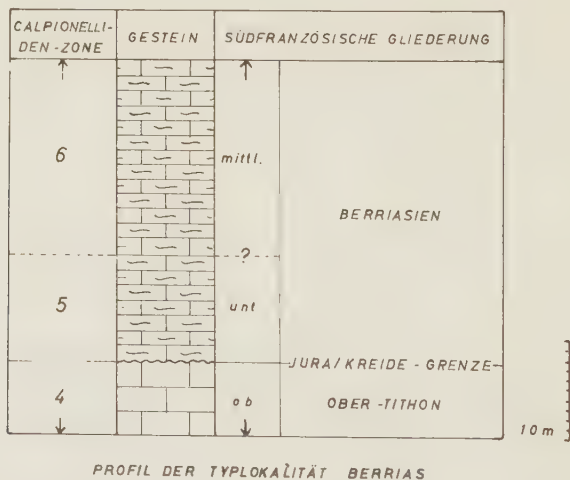


Abb. 9. Die Jura/Kreide-Grenze der Typlokalität Berrias als Grenze der Calpionelliden-Zonen 4 und 5 des Rechenberg-Profiles (vgl. Abb. 3, p. 15).

Im Typusprofil vom Rechenberg bei Oberwössen (vgl. p. 13) ließ sich die Formationsgrenze auf weniger als 0,50 m einengen. Im Profil von Chadouillet ist dies auf den Zentimeter möglich. Im Zusammenhang mit der Tatsache, daß die Oberfläche des hellen, dickbankigen Kalks Anlösungerscheinungen zeigt, ergibt sich die Annahme einer geringfügigen Schichtlücke.

Aus den Mächtigkeiten der Calpionelliden-Zonen an der Typlokalität Berrias ist ferner zu schließen, daß Zone 5 teilweise oder vollständig dem unteren Berriasien (Horizont mit *Berriasella grandis* Mazenot und *B. paramacilenta* Mazenot) gleich zu setzen ist, während Zone 4 teilweise oder vollständig dem oberen Ober-Tithon (Horizont mit *Berriasella chaperi* (Pictet)) entspricht.

Nähere Bezüge auf einzelne Ammoniten-Horizonte lassen sich ohne Kenntnis ihrer Mächtigkeiten, die an der Typlokalität noch unbekannt sind, nicht durchführen.

III. ERGEBNISSE UND SCHLUSSFOLGERUNGEN:

a.) Calpionellidae.

1.) Stratigraphie.

Mit der Aufstellung der Zonenfolge im Typusprofil vom Rechenberg (Abb. 3, p. 15) ist es gelungen, der südfranzösischen Ammonitengliederung vergleichbare stratigraphische Einheiten zu definieren. Den 5 Ammoniten-Horizonten an der Jura/Kreide-Wende können jetzt für den gleichen Zeitraum 6 Calpionelliden-Zonen gegenüber gestellt werden. Der Versuch einer Parallelisierung der Gliederungen von Calpionellidae und Ammonoidea ist in Abbildung 10, p. 33 zusammenfassend dargestellt.

Für die Beziehungen der beiden Gliederungen an der Jura/Kreide-Grenze und an der Grenze Mittel-/Ober-Tithon sowie für die im unteren Ober-Tithon und im mittleren Berriasien konnten direkte Belege erbracht werden. Auf die Beziehungen an der Obergrenze des unteren Ober-Tithons sowie an der Obergrenze des mittleren Berriasien wurde indirekt geschlossen. Die Beziehungen an der Grenze mittleres gegen oberes Ober-Tithon und unteres gegen mittleres Berriasien sind vermutet.

Die sechs Zonen des Rechenberg-Profiles, von denen außerhalb der Ostalpen drei auch in der Umgebung von Berrias nachgewiesen werden konnten, umfassen den gleichen Zeitraum wie die beiden unteren Zonen Bonet's (1956, p. 10) in Mexiko, nämlich die Zeit vom ersten Erscheinen bis zum Aussterben von *C. alpina* und *C. elliptica*.

Die Zonen Bonet's repräsentieren also nicht die kleinsten Einheiten, die sich überregional erfassen und verfolgen lassen (Vgl. Schindewolf 1960, p. 19). Daraus ergibt sich, daß die hier definierten 6 Zonen nicht als Subzonen zu gelten haben.

Zu dem bereits vorgebrachten Einwand der Kleinmaßstäbigkeit (vgl. p. 10) der beide Zonen Bonet's betrifft, gesellen sich gesondert für die zweite noch Unsicherheiten bei der Artfassung des Leitfossils *Tintinnopsella oblonga* (Cadisch), auf die im systematischen Teil (vgl. p. 47-49) eingegangen wird. Infolge dieser Unsicherheiten verliert *T. oblonga* vorläufig an stratigraphischer Zuverlässigkeit.

SÜDFRANZ. HORIZONTGLIED.		PARALLELI- SIERUNG	CALPIONELLIDEN-ZONEN	
BERRIAS IEN	mittl.	-----?	6	<i>Calpionellites neocomiensis</i> Colom <i>Tintinnopsella carpathica</i> (M & F) <i>Calpionella alpina cadischi</i> n. subsp. <i>Calpionella elliptica</i> Cadisch
	unt.	JURA/KREIDE- GRENZE	5	<i>Tintinnopsella carpathica</i> (M & F) <i>Calpionella alpina cadischi</i> n. subsp. <i>Calpionella elliptica</i> Cadisch
OBER-TITHON	ob	-----?	4	<i>Calpionella alpina cadischi</i> n. subsp. <i>Calpionella elliptica</i> Cadisch <i>Calpionella massutiniana</i> Colom
	mittl.	-----?	3	<i>Calpionella alpina grandis</i> n. subsp. > <i>Calpionella elliptica</i> Cadisch
			2	<i>Calpionella elliptica</i> Cadisch > <i>Calpionella alpina grandis</i> n. subsp.
	unt.	-----	1	<i>Calpionella elliptica</i> Cadisch

————— direkt belegt
 ----- indirekt belegt
 ---?--- vermutet

Abb. 10. Versuch einer Parallelisierung der Calpionelliden-Zonen 1-6 des Rechenberg-Profiles mit der konventionellen Horizontgliederung mit Ammoniten (vgl. p. 5-6).

Die Festlegung der Jura/Kreide-Grenze als Grenze der Calpionelliden-Zonen 4 (*C. alpina cadischi* und *C. elliptica*) und 5 (*T. carpathica*, *C. alpina cadischi*, *C. elliptica* etc.) bereitet auch in faziell eintönigen, makrofossilarmen Gesteinsserien, wie den Aptychen-Schichten der östlichen bayerischen Alpen, keine Schwierigkeiten mehr. Mit Hilfe der im Rechenberg-Profil definierten sechs Zonen läßt sich der Grenzbereich einengen und die Grenze selbst mit großer Zuverlässigkeit bestimmen.

Die von Colom (1948, p. 251, Tab. 1) erstmals mit Calpionelliden markierte Jura/Kreide-Grenze kann durch die Überprüfung an der Typlokalität Bernas

bestätigt werden.

Zu revidieren ist die Ansicht Colom's (ibidem), daß die Entwicklung der Calpionelliden mit *C. alpina* einsetze. Neben den bereits (vgl. p. 7) erwähnten Arbeiten zeigen auch sämtliche der in den östlichen bayerischen Alpen untersuchten Profile *C. elliptica* am Beginn der Evolution.

Zur Einstufung des ersten Auftretens kalzitischer Tintinnina konnten im Haßberg-Profil genauere Angaben gewonnen werden als es die indirekten Schlüsse von Brönnimann (1954) und Donze (1958) (vgl. p. 8) zulassen. Mit dem ersten Auftreten von *V. transitorius* (Oppel) etwa gleichzeitig erscheinen im Haßberg-Profil die ersten Calpionelliden. Unter Voraussetzung der auf p. 5 - 6 angenommenen Ammoniten-Skala ergibt sich als direkte Altersbeziehung für das Ersterscheinen kalzitischer Tintinnina unterstes Ober-Tithon.

Die mit den bisherigen Zitaten bereits belegte große geographische Verbreitung räumt den Calpionelliden im Hinblick auf die weltweite Fixierung der Jura/Kreide-Grenze besondere Bedeutung ein.

Zusammenfassend wurde das Vorkommen der Sedimente, in denen Calpionelliden überliefert sind, von Colom (1955, p. 116; Abb. 2, p. 114) in einer Paläogeographie des oberen Jura dargestellt. Danach sind Calpionelliden aus der mediterranen, mittelamerikanischen und andinen Tethys bekannt. Zu ergänzen ist, daß sie auch in Australien⁺ entdeckt wurden.

Das kosmopolitische Vorkommen der Calpionelliden in Verbindung mit ihrer feinstratigraphischen Verwendbarkeit bedeutet eine wesentliche Verbesserung für die Fixierung der Jura/Kreide-Grenze im Tethysbereich.

Als Parastratigraphie im Sinne Schindewolf's (1944, p. 71 ff; 1950, p. 84 ff; 1960, p. 19) kommt der Calpionelliden-Stratigraphie eine weiträgende Bedeutung zu als der konventionellen Ammoniten-Stratigraphie, die auf den größeren Flächenanteil der Tethys-Sedimente, z.B. auch auf die Fazies der vorwiegend bathyalen Aptrychen-Schichten, wegen des selteneren Vorkommens und der meist ungünstigen Erhaltung der Ammoniten feinstratigraphisch nur bedingt anwendbar ist.

⁺ Aus Pokorny (1958, p. 526); Brunnenschweiler, R. O. (1951): Discovery of the late Jurassic genus *Calpionella* Lorenz in Australia. - Austral. Journ. Sci., 14, 3, p. 94

2.) Fossilisation.

Der Nachweis organisch erhaltener Tintinnina (vgl. Profil Haßberg, p. 18) liefert neue Tatsachen für die Beurteilung der Fossilisationsprozesse.

Daß es sich überhaupt mit Sicherheit um Erhaltung in organischer Substanz handelt, konnte mit Hilfe der von Wetzel (zusammenfassende Darstellung 1959, p. 261-277) entwickelten Fluoreszenzanalyse⁺ zur Erkennung fossiler Eiweißstoffe nachgewiesen werden. Bei Verwendung des Erregerfilters BG 12 sendeten die in dunkelbrauner Substanz erhaltenen Loricæ ein grünlich bis gelbes Fluoreszenzlicht aus, wie es von Wetzel als charakteristisch für fossile Eiweißverbindungen angegeben wird.

Es ist noch nicht gelungen, diese organisch erhaltenen Tintinnina zu isolieren. Weder die Anwendung stark verdünnter Salzsäure noch die verdünnter Essigsäure brachte Erfolg, wie auch Rüst (1885, p. 320) mit verschiedenen, nicht näher erwähnten Lösungsmitteln und Déflandre & Deunff (1957, p. 3090) mit Flußsäure keinen Erfolg hatten bei dem Versuch, organisch erhaltene Tintinnina aus Kieselkonkretionen zu isolieren.

Zur Frage der Fossilisation der Calpionelliden wurden in der Literatur bisher folgende Standpunkte vertreten:

Déflandre (1936, p. 116) vermutete, daß nur Gehäuse agglutinierender Arten in stark kalkigen Sedimenten fossilisiert werden konnten und daß rein organische Gehäuse in solchen Ablagerungen keine Spuren hinterließen.

Colom (1948, p. 239) beobachtete dagegen feine Strukturen in den verkalkten Loricæ-Wänden der Gattung Favelloides, die seiner Meinung nach den Strukturen ursprünglich rein organischer Gehäuse entsprechen. Er schloß daraus, daß die ursprüngliche organische Struktur schnell durch Kalk ersetzt werden konnte.

Auch Andrusov (1950)⁺⁺ wandte sich gegen die Annahme der Fossilisation ausschließlich agglutinierender Arten. Er zeigte, daß die fossilisierten Loricæ einen faserigen Bau mit senkrecht zur Oberfläche orientierten Fasern besitzen, da Calpionelliden-Querschnitte bei der Betrachtung im polarisierten Licht bei gekreuzten Nicols auslöschen. Nach Andrusov wäre diese Art der Verkalkung schwer

⁺ Eine Fluoreszenzanlage stellte in dankenswerter Weise die Zeiss Ikon-Vertretung in München zur Verfügung.

⁺⁺ Aus Pokorny (1958, p. 432).

zu erklären, wenn die Loricæ ursprünglich agglutiniert gewesen wären. Den sphärisch-strahligen Bau von Calpionella stellte bereits Blumer (1906) bei Untersuchung im polarisierten Licht fest.

Ohne Argumente zu geben, behauptete Campbell (1954, p. D 171), daß keine Unterschiede zwischen fossilen kalzitischen und rezenten organischen Tintinnina bestünden, außer dem einen, daß die fossilen eine postmortale Kalzitisierung erlitten hätten. Er reihte deshalb die fossilen Gattungen unter die rezenten ein (vgl. p. 38-39).

Im Gegensatz zu Colom, der, wie oben erwähnt, eine postmortale Kalzitisierung ursprünglich organischer Loricæ begründete, fand es Bonet (1956, p. 27 ff.) schwierig, die perfekte Kalzitisierung zu erklären. Nie zeigen sich nach Bonet Reste von organischer Substanz innerhalb der kalzitischen Loricæ.

Auch wird niemals andere Substanz, etwa Pyrit oder Eisenoxyd, angetroffen, wie bei anderen Mikrofossilien, z.B. Radiolarien oder Foraminiferen. Allerdings kennt man auch fossile Arten mit organischer Loricæ (bis 1957 drei Gattungen und elf Arten):

1. Parafavelloides ruesti G & M. Déflandre 1949. - Drei weitere Arten bekannt, alle aus den Jurassischen Koprolithen von Ilsede bei Hannover; zuerst beschrieben und abgebildet von Rüst (1885, p. 320, Taf. 44, Fig. 1-5).
2. Codonella cratera (Leydi) Vorce; pleistozäne lakustrische Tintinnina aus Gytjaablagerungen Schwedens, von Lagerheim (1901)⁺⁺ gefunden.
3. Priscofolliculina pulchra Déflandre & Deunff 1957; 5 weitere Arten, Senon oder jünger; älteste sichere Süßwasserciliaten aus einer Kieselkonkretion aus der umgebung von Lambarene, Gabon.

Es sind also in organischer Substanz überlieferte Formen bekannt, die vor und nach dem Erscheinen, Aufblühen und Erlöschen der kalzitischen Tintinnina (Tithon - Apt) gelebt haben. Immer aber handelt es sich um außergewöhnliche

⁺ Aus Cadisch (1932, p. 247)

⁺⁺ Aus Pokorny (1958, p. 441).

Erhaltungsbedingungen.

Das erklärt nach Bonet, warum sich Tintinnina mit organischem Gehäuse im Verhältnis zum rezenten Arten- und Individuenreichtum so außerordentlich selten im paläontologischen Register finden.

Andererseits lassen die in ungeheuren Individuenzahlen überlieferten kalzitisierten Tintinnina auf Grund ihrer ununterbrochenen Entwicklung vom Tithon bis Apt nach Bonet den Schluß zu, daß es sich hierbei nicht um zufällige Erhaltung handle. Er nahm an, daß keine postmortale Kalzitisierung der organischen Substanz stattfand sondern daß die Loricae der Calpionelliden ursprünglich bereits kalkig waren.

Die Ähnlichkeit mancher morphologischer Merkmale von fossilen kalzitisierten und rezenten organischen Tintinnina erklärte er mit "paralleler Evolution".

In der Hypothese Bonet's ist neben den Argumenten der geschlossenen stammesgeschichtlichen Entwicklung und der überaus zahlreichen Überlieferung kalzitisierter Exemplare zwischen Tithon und Apt die zufällige Erhaltung fossiler organischer Formen von besonderer Bedeutung. Diese wenigen Zufallsfunde machen seiner Meinung nach wahrscheinlich, daß es sich bei den millionenfach fossilisierten kalzitischen Formen nicht um zufällige Erhaltung handelt. Über diese Wahrscheinlichkeit hinaus kann eine entscheidende Bestätigung seiner Hypothese nur von weiteren Funden fossiler organischer Tintinnina erwartet werden und zwar von Exemplaren, die unter den gleichen Bedingungen fossilisiert wurden wie die kalzitischen. Die Tatsache der perfekten Kalzitisierung vieler Individuen und die der anscheinend nur zufälligen Erhaltung weniger organischer Formen vermittelt keine weiteren Aufschlüsse.

Wie die neuen Funde vom Haßberg zeigen, wurden organische Tintinnina in den gleichen stark kalkhaltigen, feinkörnigen, Sedimenten überliefert wie die kalzitischen.

Dieser Befund läßt erkennen, daß das physikalisch-chemische Milieu des Sediments auf die Art der Fossilisation ohne Einfluß war. Daraus folgt, daß die Substanzunterschiede der Loricae fossiler organischer und kalzitischer Tintinnina bereits zu Lebzeiten der Organismen angelegt wurden.

Damit ergibt sich eine Bestätigung der Hypothese Bonet's, während die von Colom (1948) vertretene postmortale Kalzitisierung unwahrscheinlich wird.

Da es sich bei den organischen Tintinnina des Haßbergs um nicht agglutinierte

Formen handelt, wird auch die oben erwähnte, auf Grund des sphärischen Baus der Calpionelliden bestrittene Hypothese von Déflandre (1936) hinfällig.

Die organischen Tintinnina vom Haßberg liefern somit die ersten direkten Belege für die von Bonet (1956) postulierte ursprüngliche Kalzitisierung aller kalzitisch überlieferten Tintinnina zwischen Tithon und Apt.

3.) Systematik.

Grundlagen.

Als Grundlage der systematischen Kategorien Superfamilie und Familie wurden die Definitionen Bonet's (1956, p. 29 ff.) übernommen, Bonet benutzte das Merkmal der ursprünglichen Kalzitisierung als Ausgangspunkt einer neuen Systematik. Er teilte die Unterordnung Tintinnina Claparède & Lachmann 1858 in zwei Superfamilien:

Superfamilia Tintinnidea Bonet 1956

Diagnose: Tintinnina mit organischer Lorica.

Familia typica: Tintinnidae Claparède & Lachmann
1858, Jura - rezent.

Superfamilia Calpionellidea Bonet 1956

Diagnose: Tintinnina mit kalzitischer Lorica

Familia typica: Calpionellidae Bonet 1956

Einzige weitere Familie: Colomiellidae Bonet 1956
Tithon - Apt.

Diese Einteilung brachte den Vorteil, daß sämtliche fossilen Tintinnina mit Ausnahme der bis dahin bekannten Gattungen mit organischer Lorica (vgl. p. 29) systematisch von den rezenten getrennt wurden; denn unter allen Arten bestehen Zweifel darüber, daß die Einordnung fossiler Gattungen in rezente Familien schwierig und willkürlich sei.

Nach Gidon (1963, p. 249) kam die Strenge der zoologischen Definition und Bestimmung nicht erreicht werden, solange nur Querschnitte für die Bestimmung vorliegen.

Aber Campbell (1964, p. D. 117) vertritt die Auffassung, daß die rezente Systematik nicht auf fossile Tintinnina angewendet werden könne, da Einzelheiten der Wandstrukturen und anderer Teile fehlen.

Trotzdem gab Campbell (1954, p.D. 172 ff.) eine Systematik, die rezente und fossile Tintinnina gleichberechtigt nebeneinander enthält. Das gesamte System umfaßt 13 Familien, 11 Unterfamilien, 73 Gattungen und 23 Unter-gattungen !

Er sah sich jedoch veranlaßt, zu bemerken (1954, p.D. 172), daß die meisten Paläontologen von diesem vergrößerten System nicht Kenntnis genommen zu haben scheinen, da sie fortfahren, sämtliche fossile Gattungen in einer einzigen Familie zusammenzufassen.

Es bleibt zu fragen, was Campbell bewog, diese umstrittene Systematik in einem Einführungs- und Nachschlagewerk als allein maßgeblich zu publizieren. (Zur Kritik der im gleichen Werk erschienenen in analoger Weise gehandhabten Systematik der Radiolarien vgl. Déflandre (1960, p. 212 ff.)).

Bonet (1956) verwarf die Systematik Campbell und trennte die ausschließlich fossilen Calpionellidea von den fast ausschließlich rezenten Tintinnidea. Bei den bisher bekannten drei fossilen Gattungen der Tintinnidea (vgl. p.) ließen die Sonderbedingungen der Erhaltung ein räumliches Betrachten und damit die Beobachtung einiger wichtiger rezent-systematischer Merkmale zu. So gelang es Déflandre & Deunff (1957, p. 3092), auf Grund des besonderen Erhaltungszustandes in einer Kieselkonkretion sechs Arten fossiler Süßwasser-Tintinniden einer rezenten Familie zuzuordnen. Die Aufstellung einer neuen Gattung ließ sich jedoch nicht umgehen, da die Systematik jener rezenten Familie auf der Ausbildung des Makronucleus basiert, der bei fossilen Formen nicht mehr beobachtet bar ist.

Bei den zahlreich organisch erhaltenen Exemplaren in den Schliffen Hß 13 - 15 des Haßberg-Profiles (vgl. p. 18) ist dagegen auch das räumliche Betrachten nicht möglich. Die Bestimmung erfolgt wie bei den Calpionellidea allein nach der Form des Querschnitts. Dieser Tatbestand erschwert die Zuordnung zu einer rezenten höheren systematischen Kategorie und verhindert einen Vergleich mit einer rezenten niederen.

Als Grundlage der systematischen Kategorien unterhalb der Familie wurden ausnahmslos die Definitionen von Colom (1948) verwendet.

Die Tatsache, daß die breite Variation einiger häufiger langlebiger Arten, wie *T. carpathica* (vgl. Colom 1948, p. 260) und *T. hispanica* (vgl. Colom 1948, p. 258; 1953, p. 520-521), von Colom nicht zur weiteren Aufspaltung benutzt wurde, hat den Vorteil, daß solche Arten auch im Sonderfall ansprechbar sind. Grundsätzlich findet eine weitgehende Aufspaltung in selbständige Arten ihre methodischen Grenzen darin, daß es unmöglich ist, orientierte Längsschnitte

anzufertigen. Da bei den Calpionellidea Längsschnitte die einzigen systematischen Merkmale liefern sind aus der Vielzahl der vorhandenen zufälligen Schnittlagen die achsialen Schnitte erst zu ermitteln.

Da auch bei günstigen Schnitten nicht immer genau die Längsachse getroffen ist, täuschen Längen- und Breitenmaße eine übergroße Variation vor. Bei nahestehenden Arten könnte daher infolge ungünstigen Schnitts im Einzelfall keine sichere Bestimmung erzielt werden.

Damit wäre eine weitreichende systematische Aufspaltung auch für feinstratigraphische Belange sinnlos.

Der typische Fall einer Schein-Art ist Calpionella undelloides Colom (1948, p. 242-243, Fig. 11/3), die Colom (1953, p. 520) zurücknahm und als C. alpina Lorenz, deren oraler Kragen auf Grund der Schnittlage fehlt, umdeutete.

Neubeschreibungen.

Tintinnidea Bonet 1956.

Codonellidae Kent 1882 (?)

Chitinoidella n. gen.

Derivatio nominis:

chitinoïdes (latin. Griech.) = chitinähnlich

(bezogen auf die mutmaßliche Konsistenz der Lorica).

Genotypus: Chitinoidella boneti n. sp.

Diagnose: siehe Diagnose der bisher einzigen Art.

Chitinoidella boneti n. gen. n. sp.

Derivatio nominis: Benennung zu Ehren von F. Bonet (Mexiko)

Holotypus: Original zu Fig. 3 und 4, Taf. 1; bezeichnetes Exemplar in Schliff H8 13.

Paratypoide: Fig. 1, 2, 5, Taf. 1.

Locus typicus: Steinbruch Haßberg, ca. 4 km SW Ruhpolding auf Blatt Dürnbachhorn (819); Ko. P. 45 47250/52 90275.

Stratum typicum: Oberes Mittel-Tithon.

Diagnose: Lorica becher- oder vasenförmig, mit dünnen Wänden aus dunkelbrauner organischer Substanz. Oralzone mit weit geöffnete Mündung, die breiter als das Gehäuse sein kann, mit ausgeprägt nach außen gerichteten Kragen, der anscheinend einen Doppelrand besitzt. Aborales Ende abgerundet, zugespitzt oder zu einem kaudalen Fortsatz ausgezogen.

Beschreibung des Holotypus:

Der Längsschnitt der Lorica besitzt eine länglich-ovale Form, die sich aboral verengt und mit dem Ansatz zu einem kaudalen Fortsatz endet. In oraler Richtung verengt sie sich ebenfalls, um dann jedoch in der Kragenzone stark zu verbreitern. Die größte Kragenweite übertrifft dabei die größte Breite der übrigen Lorica. Als Wandstrukturen sind an der Innenseite der aus dunkelbrauner Substanz bestehenden Wände der Lorica in regelmäßigen Abständen angeordnete Verdickungen zu beobachten.

Dimensionen des Holotypus: Länge 75 μ , Breite 46 μ .

Variation:

Die Paratypoiden sowie die weiteren Belege in den Schliffen Hß 13 bis 16 zeigen Längen- und Breitenschwankungen, die jedoch an absoluter Bedeutung verlieren, da die gemessenen Querschnitte in Bezug auf ihre Schnittebene wahrscheinlich nicht völlig ident sind. 11 ausgewählte Querschnitte ergaben folgende Werte:

Länge der Lorica:	55 - 65 - 75 μ
Anzahl der Exemplare	5 6
Breite der Lorica	30 - 35 - 40 - 45 μ
Anzahl der Exemplare	1 7 3

In Schnitten, die nicht parallel zu längster Achse der Lorica verlaufen, ist der Kragenansatz als halsförmige Einschnürung oder scharfer Knick markiert, der jedoch nur durch die Lage der Schnittebene bedingt ist.

Als Wandstrukturen treten außer Verdickungen der Innenseite als Außenstrukturen der Loricawand neben dem häufigen Kaudalfortsatz selten auch seitlich dornenartige Fortsätze auf.

Beziehungen:

Eine morphologische Verwandtschaft zu der bisher einzigen jurassischen Gattung *Parafavelloides* G. & M. Défilandre 1949 besteht nicht. Vergleiche mit rezenten Gattungen sind allein auf Grund des Lorica-Querschnittes nicht durchführbar. Lediglich die Zuordnung zu der rezenten Familie Codonellidae Kent 1882 ist mit Hilfe des Querschnittes unter Vorbehalt möglich. Morphologisch ähnliche Querschnitte, wie Chitinoidella, wenn auch erheblich größer, liefert ab Berriasien die Gattung *Tintinnopsella* Colom 1948, deren Lorica jedoch aus Kalzit besteht.

Stratigraphische Verbreitung:

Das stratigraphische Vorkommen beschränkt sich nach der bisherigen Kenntnis auf die Schichten kurz unterhalb der Calpionelliden-Zone 1 (*C. elliptica*) sowie auf die untersten Schichten von Zone 1 selbst, das heißt, auf die Schichten an der Wende Mittel-/Ober-Tithon.

Geographische Verbreitung:

Die Art besitzt regionale Verbreitung. Fundorte sind die Lokalitäten Steinbruch Haßberg (vgl. p. 66f.), Hoherb-Alm (vgl. p. 18) und Tiefenthaler Hof (vgl. p. 76).

Calpionellidea Bonet 1956.

Calpionellidae Bonet 1956.

Calpionella Lorenz 1901.

Calpionella aff. elliptica Cadisch

Beschreibung:

Den auf Tafel 1, Fig. 6 - 10 abgebildeten Lorica-Querschnitten ist eine breit-chnur-ovale Form gemeinsam. Auch besitzen alle nur dünne Wände aus perlschnurartig aufgezogenen Kalzitkörnern. Ein ausgeprägter oraler Kragen fehlt diesen Formen oder ist nur schwach angedeutet. Die aboralen Seiten schließen rundlich oder zugespitzt ab. Bemerkenswert ist die bei Fig. 9 und 10 erkennbare äußere organische Hülle, die die schwach verkalkte Innenseite umgibt.

Stratigraphische Verbreitung:

Das Vorkommen ist beschränkt auf den frühesten Beginn der Calpionelliden-Fazies im untersten Ober-Tithon.

Beziehungen:

Der Formenkreis schließt sich am nächsten der breiten Variation von *C. elliptica* Cadisch an. Es handelt sich jedoch nicht um einen einzelnen Typ mit fixierten Eigenschaften, sondern um eine Anzahl undifferenzierter Typen, deren morphologische Anlagen auf verschiedene Entwicklungsmöglichkeiten hindeuten. Die bei dem Exemplar der Fig. 9 und 10, Taf. 1 erhaltene äußere organische Hülle und die Tatsache, daß es sich um die frühesten Vertreter der Calpionelliden-Evolution handelt, bestärken den Eindruck, daß die beschriebenen Formen eine phylogenetische Übergangsstellung zwischen organischen und kalzitischen Tintinnina einnehmen.

Calpionella alpina Lorenz

Calpionella alpina grandis n. subsp.

Synonyme: C. alpina Lorenz in Cadisch 1932, p. 251; Fig. 1-5, 9, 13-15, 27

" " " " Déflandre 1936, p. 116; Fig. 20

" " " " Colom 1948, Fig. 11/25, 29, 30, 31, 32, 36, 43

" " " " Hagn 1955, Taf. 20, Abb. 2

" " " " Allemann 1956, p. 173; Fig. 15/1, 2, 15

Derivatio nominis: grandis (lat.) = groß (bezogen auf die Größe der Lorica- Querschnitte)

Holotypus: Original zu Fig. 37, Taf. 1; bezeichnetes Exemplar in Schliff Hß 22.

Paratypoide: Fig. 32 - 36 und 38, Taf. 1.

Locus typicus: Steinbruch Haßberg, ca. 4 km SW Ruppolding auf Blatt
Dürrnbachhorn (819) Ko. P. 45 47250/52 90275.

Stratum typicum: Mittleres Ober-Tithon (Calpionelliden-Zone 3).

Diagnose: Große Form von C. alpina.

Beschreibung des Holotypus:

Der Querschnitt der Lorica ist länger als breit. Die starke kalzitische Wand zeigt besondere Verdickungen im Bereich der kräftigen Schultern, denen ein mittellanger gerader Kragen aufsitzt. In der Schulterregion besitzt die Lorica ihre größte Breite. In aboraler Richtung wird sie allmählich schmaler und schließt breit oval ab.

Dimensionen des Holotypus: Länge 80 μ , Breite 68 μ .

Variation:

Die Größe der Paratypoide und der weiteren reichen Belege (in den Schliffen der Calpionelliden-Zonen 3 und 4, z. B. Hß 20-27; Re 8-17) schwankt zwischen 70 - 100 μ Länge, mit einem deutlichen Schwerpunkt bei 80 - 85 μ und 55 - 75 μ Breite, mit einem Schwerpunkt bei 60 - 70 μ . Messungen von 40 ausgewählten Längsschnitten ergaben folgende Werte:

Länge der Lorica	70 - 80 - 85 - 90 - 100 μ
Anzahl der Exemplare	8 21 6 5
Breite der Lorica	55 - 60 - 65 - 70 - 75 μ
Anzahl der Exemplare	7 10 16 7

Beziehungen:

Colom (1948, p. 241) beschrieb zwei "Rassen" verschiedener Größe bei *C. alpina*. Für die größere gab er die Maße 80 - 90 μ Länge und 60 μ Breite. Dieser Typ kann mit der hier beschriebenen Unterart als ident gelten.

Stratigraphische Verbreitung:

Mittleres Ober-Tithon, vereinzelt Exemplare im oberen Ober-Tithon.

Geographische Verbreitung:

Als Unterart bzw. besonderer Typ erkannt: Westliche mediterrane Tethys (nach Colom 1948, p. 242), östliche bayerische Alpen und Achenal (Tirol).

Im übrigen vermutlich wie *C. alpina* Lorenz in allen Bereichen der Tethys.

Calpionella alpina cadischi n. subsp.

- Synonyme: *C. cadischi* G. & M. Défandre 1949, p. 1205 - 1208
" " in G. Défandre 1952, p. 319; Fig. 19, 20
- Holotypus: Original zu Fig. 22, Abb. 11 in Colom 1948; Reproduktionen dieser Abbildung Colom's in G. & M. Défandre 1949, p. 1205, Fig. 1 und in Pokorny 1958, p. 435, Abb. 507, Fig. 22.
- Paratypoide: Abbildungen auf p. 1205 - 1208 in G. & M. Défandre 1949.
- Diagnose: Kleine Form von *C. alpina*

Neubeschreibung des Holotypus:

Der Querschnitt der Lorica ist länger als breit, die größte Breite befindet sich am Ansatz der oralen Schultern, denen ein kurzer gerader Kragen aufsitzt. Zum aboralen Ende verschmälert sich die Lorica und schließt spitz - oval ab.

Dimensionen des Holotypus: Länge ca. 41 μ . Breite ca. 32 μ .

Variation:

Bei den Paratypoiden und den weiteren reichen Belgen, z.B. in den Schliffen der Zone 4 des Rechenberg-Profiles (Re 18 - 30) (vgl. Taf. 1, Fig. 39-45) zeigt die Breite der Schultern und die Länge des Kragens besondere Schwankungen. Die Zahl der Exemplare mit langem Kragen ($1/4$ - $1/3$ der Gesamtlorica) nimmt im Verlaufe des obersten Ober-Tithons und des unteren und mittleren Berriasien zu. Dieser Entwicklung parallel verläuft eine fortschreitende Verkleinerung der Gesamtlorica. Die kleinsten Typen sind zwar bereits im oberen Ober-Tithon vorhanden, bestimmen jedoch erst vom unteren Berriasien ab das Faunenbild.

Die Maße von 35 ausgewählten Längsschnitten, die alle aus dem oberen Ober-Tithon stammen, sind im Folgenden zusammengestellt:

Länge der Loricæ	55	60	65	70	75	90	μ
Anzahl der Exemplare	7	10	9	5	4		
Breite der Loricæ	50	55	60	65	70	μ	
Anzahl der Exemplare	11	17	6	1			

Die Mehrzahl der gemessenen Exemplare besitzt also eine Länge von 60 - 70 μ und eine Breite von 50 - 60 μ. Besonders große Längen (75 - 90 μ) weisen Exemplare mit außergewöhnlich langem Kragen auf.

Bemerkungen:

Als erster unterschied Déflandre (1936, p. 117) zwei Größentypen bei *C. alpina* Lorenz. Damals vermied er eine Artaufspaltung mit dem Hinweis darauf, daß Hofker bei einer in der Gehäuseform vergleichbaren rezenten Art (*Stenosemella ventricosa*) eine ähnlich extreme Variation festgestellt hatte.

Später beschrieb Colom (1948, p. 241) zwei "Rassen" bei *C. alpina*, hielt jedoch sein Material für nicht ausreichend, um eine systematische Trennung durchzuführen.

Schließlich erhoben G. & M. Déflandre (1949, p. 1205) den von Colom beschriebenen und abgebildeten kleineren Typ von *C. alpina* zu der selbständigen Art *C. cadischi*. Holotypus und Paratypoide wurden nach Abbildungen von Colom und anderen Autoren definiert.

Die Untersuchungen der ostalpinen Schliffserien ergab, daß es sich bei der extremen Variation von *C. alpina* Lorenz um eine phylogenetische Entwicklung von größeren zu kleineren Formen handelt, die durch lückenlose Übergänge miteinander verbunden sind. Den Endpunkt dieser Entwicklung als selbstständige Art zu bezeichnen, erscheint nicht mehr berechtigt. Ermittelt man jedoch die Durchschnittsmaße der beiden "Rassen" Colom's, so liegt begründeter Anlaß vor, Unterarten zu unterscheiden.

Beziehungen:

Gegenüber dem von Colom (1948, p. 241) angegebenen kleinen Typ von *C. alpina* mit den Maßen ca. 60 μ Länge und ca. 40 μ Breite (diese Werte wurden nicht näher belegt) sind die ostalpinen Form in der Mehrzahl etwas größer. Im oberen Ober-Tithon von Berrias (Bs 1- 2) konnten jedoch,

wie die folgende Tabelle zeigt, Übergänge zu dem sehr kleinen Typ Colom's festgestellt werden: (Messungen an 30 ausgewählten Längsschnitten)

Länge der Lorica	45	-	55	-	65	-	75	µ
Anzahl der Exemplare	6		12		12			
Breite der Lorica	40	-	45	-	50	-	55	-
Anzahl der Exemplare	3		8		7		9	3

Stratigraphische Verbreitung:

Oberes Ober-Tithon bis mittleres Berriasien; nach Déflandre (1952, p. 319) auch aus dem Hauterive (noch nicht bestätigt).

Geographische Verbreitung:

Als Unterart bzw. besonderer Typ erkannt: Westliche mediterrane Tethys (nach Colom 1948, p. 242), östliche bayerische Alpen, Achental (Tirol), Berrias.

Im übrigen vermutlich wie *C. alpina* Lorenz in allen Bereichen der Tethys.

Calpionellites Colom 1948

Calpionellites allemanni n. sp.

- Synonym: Calpionellites ? neocomiensis Colom ? Allemann 1956, p. 172, Fig. 15/35
- Derivatio nominis: Zu Ehren Allemann's der 1956 den selbständigen Charakter dieser Form hervorhob.
- Holotypus: Original zu Tafel 2, Fig. 3: bezeichnetes Exemplar in Schliff Re 47.
- Paratypeide: Fig. 1, 2, 4, 5, 6, Tafel 2.
- Locus typicus: Rechenberg-Profil, 2,5 km ENE Oberwössen auf Blatt Reit im Winkl (818); Ko. P. 45 38525/52 87150.
- Stratum typicum: Unteres Berriasien, (Calpionelliden-Zone 5).
- Diagnose: Länglich ovale Lorica wie *C. neocomiensis* Colom, jedoch mit enger Schulter und aufsitzendem geraden Kragen.

Beschreibung des Holotypus:

Der Querschnitt der Lorica ist erheblich länger als breit. Die Wände sind im

oberen und mittleren Teil der Lorica subparallel, aboral schließen sie sich breit oval zusammen. In der oralen Region sind enge Schultern ausgebildet, denen ein mittellanger gerader Kragen aufsitzt.

Dimensionen des Holotypus: Länge 89 μ , Breite 51 μ .

Variation:

Die Paratypoide zeigen geringe Schwankung der Kragenlänge, der Breite des Schulteransatzes sowie der Gesamtbreite der Lorica. Bei einigen Exemplaren befindet sich die größte Gehäusebreite im untern Drittel der Lorica.

Bei 6 ausgewählten Schnitten wurden folgende Werte gemessen:

Länge der Lorica	85 - 90 - 100 μ
Anzahl der Exemplare	4 2
Breite der Lorica	45 - 50 - 55 μ
Anzahl der Exemplare	2 4

Beziehungen:

Die allgemeine Gestalt des Lorica-Querschnitts weist die vorliegende Form in die nahe Verwandtschaft der Gattung Calpionellites, während die Kragenregion für sich betrachtet auf Beziehungen zur Gattung Calpionella hindeutet. Unterschiede zu Calpionella bestehen in der längeren, gleichmäßig zylindrischen Form und in der für die Größe schwach ausgeprägten Schulter- und Kragenregion.

Der einzige Unterschied zu Calpionellites ergibt sich daraus, daß die Struktur des Kragens nicht auf eine doppelte innere Wand schließen läßt, wie z.B. bei Calpionellites darderi (Colom) und C. neocomiensis Colom.

Die Beziehungen zu Calpionellites erscheinen damit enger als die zu Calpionella.

Stratigraphische Verbreitung:

Unteres bis mittleres Berriasien (Calpionelliden-Zone 5 und unterer Teil Zone 6).

Geographische Verbreitung:

Östliche bayerische Alpen, Liechtenstein (nach Allemann 1956, p. 174) und Umgebung von Berrias.

Kritischer Anhang.

Bemerkungen zu T. oblonga (Cadisch) und den von Leischner (1959) aufgestellten Arten.

Tintinnopsella oblonga (Cadisch)

In der Typusbeschreibung von Cadisch (1932, p. 252, Fig. 20-21) wird für *T. oblonga* ausdrücklich das Fehlen eines oralen Kragens vermerkt. Als Grundlage dieser Beschreibung diente ein einzelner Dünnschliff, der nur wenige Exemplare enthielt.

Brönnimann (1954, p. 267) und Bonet (1956, p. 39), denen reiches Material zur Verfügung stand, fanden ebenfalls wie Cadisch nur kragenlose Formen. Dagegen bildete Déflandre (1936, p. 113, Fig. 4) ein Exemplar mit Kragen ab und Colom (1948, p. 246; Abb. 11/13, Abb. 13/57, Abb. 14/5 und Taf. 33, Fig. 11) beschrieb Übergangsformen sowie Exemplare mit deutlichem gut erhaltenen Kragen. Abbildungen von Typen mit oralem Kragen gaben auch Dufaure (1958, Pl. 5, Fig. 23-25) und Grunau (1959, Abb. 22, Fig. 25, 26).

In den östlichen bayerischen Alpen und in der Umgebung von Berrias konnte der Typ Colom's nicht mit Sicherheit beobachtet werden. Bei den auf Tafel 2, Fig. 14-18 abgebildeten ostalpinen Exemplaren ist die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, daß es sich um periphere Schnittlagen von *T. carpathica* handelt.

Auch der kragenlose Typ von Cadisch konnte nicht sicher belegt werden. Von den auf Tafel 2, Fig. 19-30 abgebildeten Individuen der Art *C. neocomiensis* Colom sind jedoch die Exemplare der Fig. 25-30 dem *oblonga*-Typ von Cadisch sowie den Abbildungen von Brönnimann (1954, p. 265, Fig. 19-21) und Bonet (1956, Taf. 18, Abb. 1 und 2) in der Lorica-Gestalt auffallend ähnlich. Besonders die Photographien von Bonet lassen keinen wesentlichen Unterschied zu den ostalpinen Formen erkennen, die jedoch durch den Nachweis der punktförmigen Kragenquerschnitte mit Sicherheit einer schmalen Varietät von *C. neocomiensis* angehören.

Da die häufig nur sehr kleinen Kragenpunkte der Beobachtung leicht entgehen oder infolge ungünstiger Schnittlage fehlen können, muß damit gerechnet werden, daß die aus dem mittelamerikanischen Bereich als überaus häufig beschriebene Art *T. oblonga* (Cadisch) mit der ebenfalls im mittleren Berriasien häufigen ostalpinen schmalen Varietät von *C. neocomiensis* Colom ident ist.

Patelloides juvavica Leichner

Leichner (1959, p. 374; Taf. 6, Fig. 10 a-d) stellte die im Querschnitt flachschüsselförmigen kalzitischen Gebilde aus einem "Globigerinen-Kalk" des unteren Malm als neue monotypische Gattung mit Vorbehalten zu den Tintinnina.

Ähnliche Formen wurden von mir ausschließlich in Zusammenhang mit Skelettresten von *Saccocoma alpina* (Lombard) vor dem Einsetzen der Calpionelliden-Fazies beobachtet.

Die Zuordnung zu den *Tintinnina* bleibt weiterhin äußerst fraglich.

Calpionella involuta Leischner

Dieser von Leischner (1959, p. 872; Taf. 6, Fig. 1 a-c) aus dem "Tithon-Plassenkalk" abgebildete Organismenrest war in den östlichen bayerischen Alpen innerhalb der Calpionelliden-Fazies nicht nachzuweisen. Der bei dieser Form ungewöhnlich stark eingerollte Kragen, der innerhalb der gesamten Unterordnung *Tintinnina* eine morphologische Abnormität darstellen würde, läßt eine Zugehörigkeit zu den *Tintinnina* zweifelhaft erscheinen. Ähnliche Schnittbilder können sich bei peripheren Schnitten der Kalkalge *Globochaete alpina* Lombard ergeben.

Calpionellites lata Leischner

Dieser im Querschnitt halboffene, an der Basis in charakteristischer Weise gezähnelte Organismenrest, den Leischner (1959, p. 872; Taf. 6, Fig. 6 a-e) aus dem "Tithon-Plassenkalk" abbildete, wurde ebenfalls vor dem Einsetzen der Calpionelliden-Fazies im Zusammenhang mit verschiedenartigen Skelettresten von *Saccocoma alpina* (Lombard) beobachtet (z. B. im Schliff E 1). Die bei den *Loricac* der *Tintinnina* nicht bekannte Zähnelung weist eher auf eine Zugehörigkeit zu den skelettalen Elementen von Crinoiden.

4.) Ökologie.

Fossile *Tintinnina* kommen nach Colom (1948, p. 251; 1953, p. 519 ff.) sehr häufig in feinkörnigen bathyalen und neritischen Kalken vor, während sie in küstennahen Seichtwassersedimenten selten sind (Andrusov 1950)⁺. In Riffkalken eingeschwemmt fand sie Leischner (1959, p. 853).

Eigene Untersuchungen ergaben, daß maximale Häufigkeiten in submarinen Schwellensedimenten (vgl. p. 77 ff.) zu beobachten sind, wie z. B. in den roten, knollig-faserigen Kalken des Haßbergs und in den roten Geröllmer-

Aus Pokorny (1958, p. 441).

gelschichten im Sulzenmoos-Graben. Derartige Häufigkeiten sind in den gleichalten hellen feinschichtigen Aptychen-Schichten der Beckenfazies nicht anzutreffen. Nach der Häufigkeit der Fossilisation zu urteilen, scheint sich damit innerhalb der nordalpinen Geosynklinalfazies eine ökologische Bevorzugung der (oberjura-stischen) Schwellenbereiche zu ergeben.

Für diesen Befund gilt jedoch die Einschränkung, daß ein verminderter Sedimentniederschlag, wie er auf Schwellengebieten wahrscheinlich ist, zu Kondensationseffekten führen kann, die größere Planktonhäufigkeiten verdrängen. So umfassen z. B. die Calpionelliden-Zonen 1 - 3 des Haßberg-Profiles (Schwellenfazies) nur etwa die halbe Sedimentmächtigkeit der entsprechenden Zonen im Rechenberg-Profil (Beckenfazies).

Wahrscheinlich ist mit einer gleichmäßigen Verteilung der Planktonen im Oberflächenwasser über den spätjurassischen Schwellen- und Beckengebieten zu rechnen.

Im Verlauf des Berniasen fand in weiten Bereichen der mediterranen Tethys ein Fazieswechsel von Kalken und Kalkmergeln zu Mergeln und Tonmergeln statt, der anscheinend besonders ungünstige ökologische Einflüsse mit sich brachte. Mit Beginn dieses Fazieswechsels nimmt die Zahl der überlieferten Individuen immer mehr ab. Gleichzeitig werden die kalzitischen *Loricata* dünnwandiger, eine Beobachtung, die zuerst Allemann (1956, p. 174) beobachtete.

Die Hypothese der postmortalen Kalzitierung aller Calpionellidea würde diesen letzten Befund unmittelbar aus dem zu geringen Kalkgehalt des Sediments erklären.

Da diese Hypothese zugunsten der einer primären Kalzitierung abgelehnt wurde (vgl. p. 27 - 38.) können zwei weitere Erklärungsmöglichkeiten in Betracht gezogen werden: Entweder liegen die Gründe für die Verminderung der Schalenstärke in der Reaktion der Calpionellidea auf das in Zusammenhang mit dem lithologischen Fazieswechsel veränderte Milieu des damaligen Meeres, oder es handelt sich um eine im Laufe der Evolution erworbene Eigenschaft.

Die Entscheidung zugunsten einer der beiden Möglichkeiten bleibt weiteren Untersuchungen vorbehalten.

Als Ursache der relativen Abnahme des Kalkgehalts in den Sedimenten im Verlauf des Berniasen können bathymetrische und klimatische Veränderungen nicht ausgeschlossen werden.

Die Hauptursache des Fazieswechsels dürfte jedoch in einer verstärkten Tonerschüttung zu suchen sein (vgl. Donze, 1958, p. 209), deren paläogeographische

Hintergründe hier offen gelassen werden müssen.

Möglicherweise brachte die im Oberflächenwasser des Unterkreide-Meeres in steigender Menge suspendierte Tontrübe für die planktonischen Calpionellidea zunehmend ungünstige Lebensbedingungen.

Am Ende des Berriasien, stellenweise erst im unteren Valanginien, erlöschen die Calpionellidea im Bereich der nördlichen kalkalpinen Geosynklinale, sowie in den ihr angegliederten Randbecken und Schelfbereichen vollständig. Das Aussterben ist belegt vom Rhônebecken (Dufaure 1958, p. 106) über die Schweiz (von der Weid 1961, p. 603), Liechtenstein (Allemann 1956, p. 174), die bayerischen Ostalpen (Vglp. 22-23, p. 88), die Salzburger Kalkalpen (Leischner 1959, p. 847) bis in die Westkarpathen (Mück 1959, p. 181; Beil. 1A). Auch in den lombardischen Sudalpen (Pollini & Guzzi 1960, p. 8), auf Sizilien (Gianotti 1958, p. 41) und im nordöstlichen Algemen (Colom etc. 1953, p. 519 ff.) tritt nach der Jura/Kreide-Wende ein gleichartiger Fazieswechsel ein, der zur Folge hat, daß in diesen Bereichen vom Valanginien bis unteren Hauterive ab keine Calpionellideen-Faunen mehr gefunden werden.

Nur in den zentralen Teilen der Tethys persistierte die Calpionellideen-Mikrofazies: im europäischen Bereich auf der Baleareninsel Mallorca bis zum Ende des Barreme (Colom 1948, Tab. p. 251), in mittelamerikanischen Raum bis zum Ende des Apt (Bonet 1956, p. 11).

Die zentralen Bereiche des Tethysmeeres garantierten also erheblich länger als die Randgebiete die für die Existenz der Calpionellidea unerläßlichen ökologischen Vorbedingungen.

Als ökologische Konkurrenten der Calpionellidea sind Radiolarien anzusehen. Radiolarienreiche Sedimente enthalten stets nur wenige Calpionellideen, die jedoch niemals gänzlich fehlen. Für die beginnende Entfaltung der Calpionellideen an der Wende Mittel-/Ober-Tithon dürfte sich ohne Bedeutung gewesen sein, daß die Radiolarien nach ihrer Blütezeit während der Bildung der Radiolarien (unterer und mittlerer Malm) einen vorübergehenden Niedergang erlitten.

Eine konkurrierende Rolle für Radiolarien und Tininnina gemeinsam konnten die freilebende Crinoiden der Gattung Saccocoma gespielt haben, deren reichste Entwicklung im Ober-Kimmeridge bis Mittel-Tithon lag. Erst nahezu gleichzeitig mit ihrem Aussterben erschienen die ersten Calpionellidea. Anscheinend ergab sich in dem nun konkurrenzarmen Biotop die für ihre Entfaltung erforderliche ökologische Nische.

5.) Phylogenetischer Überblick.

Der Zeitpunkt des Auftretens organisch erhaltener Tintinnina sowie einiger halb kalzitisch halb organisch überlieferter Zwischenformen im Haßberg-Profil eröffnet neue Deutungsmöglichkeiten für die Evolution.

Die organischen Formen treten kurz vor und zusammen mit den frühesten kalzitischen (*Calpionella* aff. *elliptica* Cadisch, vgl. p. 42 ; Taf. 1, Fig. 6 - 10) auf. Der Zeitpunkt des gemeinsamen Vorkommens ist also beschränkt auf die basalen Schichten der Calpionelliden-Fazies. Bemerkenswert ist, daß die Loricæ der ersten kalzitischen Formen durch das Fehlen einer ausgeprägten Kragenregion gegenüber den organischen wenig spezialisiert und in diesem Sinne primitiv erscheinen. Zudem wurden mit ihnen gemeinsam Übergangsformen beobachtet (Schliff Hß 15), bei denen die Außenwand der Loricæ organisch, die Innenseite jedoch kalzitisch aufgebaut ist (vgl. Taf. 1, Fig. 9, 10).

Nach diesen Befunden ist es wahrscheinlich, daß im Haßberg-Profil bei einer Gruppe organischer Tintinnina die Entwicklungsphase des Übergangs in eine neu entstehende Gruppe kalzitisch gebauter Tintinnina belegt werden kann, und zwar an einer Stelle, an der die letzten organischen Formen mit den ersten kalzitischen, verbunden durch Zwischenformen, unter denselben Fossilisationsbedingungen vorkommen.

Dieser phylogenetische Übergang von Tintinnina mit organischer in solche mit kalzitischer Loricæ, für den alle bisher vorliegenden Tatsachen sprechen, bietet eine einfache Erklärung für das überraschende Auftauchen der Calpionellidea in den obertithonischen Sedimenten der Tethys.

Die weitere stammesgeschichtliche Entwicklung der an der Wende Mittel-/Ober-Tithon neu erschienenen Superfamilie Calpionellidea läßt sich insbesondere auf Grund der Arbeiten von Colom (1948) und Bonet (1956) sowie den hier erzielten Ergebnissen bereits überblicken.

Obgleich in den Einzelheiten noch erhebliche Beobachtungslücken bestehen, sind doch aus der Fülle des bisher vorliegenden Materials, erleichtert durch die Überschaubarkeit einer entwicklungsgeschichtlich so geschlossenen Fossilgruppe, bestimmte phylogenetische Tendenzen zu erkennen.

Die Zahl der zwischen Tithon und Apt in den einzelnen stratigraphischen

Einheiten bisher nachgewiesenen neu erscheinenden Arten, gibt einen Anhalt für die Intensität und Dauer der evolutiven Vorgänge (vgl. Abb. 11, p. 54). Das Maximum der Formaufspaltung liegt kurz nach Beginn der Evolution im unteren Berriasien. Es folgt eine Zeit der allmählichen, zuletzt fast vollständigen Intensitätsabnahme, die im Mittel-Barrême von einer erneuten, jedoch mäßigen Steigerung abgelöst wird.

Eine Darstellung der in den einzelnen stratigraphischen Einheiten zwischen Tithon und Apt bisher insgesamt nachgewiesenen Arten betont einen weiteren charakteristischen Zug der Evolution (vgl. Abb. 11, p. 54). Nach anfänglich starkem Anstieg der Artenzahl folgt ein Stadium des Beharrens auf der erreichten Zahl, die erst zu Beginn und nochmals gegen Ende des Hauterive eine einschneidende Reduktion erfährt.

Am Beginn der Evolution können undifferenzierte Ausgangstypen belegt werden, unter *Calpionella* aff. *elliptica* Cadisch zusammengefaßt (vgl. p. 42), die sich bereits hinsichtlich Größe und Form unterscheiden (vgl. Taf. 1, Fig. 6-10). Nach den auffallend schwach verkalkten Loricæ dieser Ausgangstypen erscheinen bald, nach der Größe der Populationen und der zunehmenden Verkalkung der Loricæ zu schließen, als erste voll angepasste Arten *C. elliptica* Cadisch und kurz darauf *C. alpina* Lorenz. Beide Arten zeigen im weiteren Verlauf ihrer Entwicklung ~~Entwicklungen~~ ^{Entwicklungen} die bei der methodisch bedingten weiten Artfassung jedoch innerhalb der Variationsbreite bleiben (vgl. Taf. 1, Fig. 11-23 und Fig. 32-38.) Lediglich *C. massutiniana* Colom, wahrscheinlich von *C. elliptica* herzuleiten, hat eigenen Artrang (Taf. 1, Fig. 24 - 30). Entsprechend ihrem früheren Erscheinen liegt das Häufigkeitsmaximum von *C. elliptica* (mittleres Ober-Tithon) vor dem von *C. alpina* (oberes Ober-Tithon). Beide Arten bilden im Verlauf ihres allmählichen Niederganges kleinwüchsige Formen aus (vgl. Taf. 1, Fig. 18 u. 39-45). Bei *C. alpina* fällt bei zahlreichen Exemplaren neben der Verkleinerung der Loricæ die Anlage relativ langer Kragen auf.

Nach den Häufigkeits-Maxima von *C. elliptica* und *C. alpina* setzt an der Jura/Kreide-Wende die zweite Entfaltungswelle der Calpionellidea ein, die eine schnelle Ausbreitung zahlreicher neuer größerer Typen bringt (*Tintinnopsella*, *Calpionellites*, *Amphorellina*, *Stenosemellopsus*). Ihnen voraus gehende Zwischenformen sind selten. Auch hinsichtlich der Entwicklung der Calpionellidea erhält also die Jura/Kreide-Grenze ihre Bedeutung als Faunenwende.

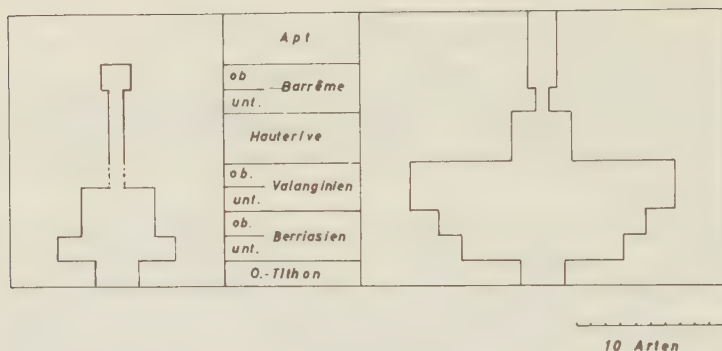


Abb. 11. Links: Zahl der in den einzelnen stratigraphischen Einheiten bisher nachgewiesenen neu erscheinenden Arten. Rechts: Zahl der in den einzelnen stratigraphischen Einheiten bisher insgesamt nachgewiesenen Arten. - Verwendet wurden die 24 bisher bekannten Arten, zusammengestellt aus Colom (1948) und Bonet (1956). Hinzu kommt *C. allemanni* n. sp.. Zeitskala schematisiert.

Die nach der schnellen Artenvermehrung im unteren Berriasien besonders im oberen Teil des Berriasien und im unteren Valanginien erfolgende weitere Artenzunahme (vgl. Abb. 11, p. 54) kann als fortschreitende Ausgestaltung der neuen Grundtypen angesehen werden. Dabei kommt es in den Endgliedern einiger Reihen zur Ausbildung von Größenwuchs und aberranter Riesenformen (vgl. Abb. 12, p. 55), und zwar bei kurzlebigen Arten bereits im oberen Berriasien, bei langlebigen, wie *T. carpathica* und *T. longa* (vgl. Colom 1948, p. 257), erst im Barrême.

Im Ober-Hauterive stirbt der Großteil der Arten aus. Im Unter-Barrême erlöschen auch die langlebigen, jedoch mit Ausnahme einer bisher nicht bekannten Gruppe, die noch im Mittel-Barrême imstande war, neue Typen hervorzubringen. Während des Aussterbens sämtlicher vorhergehender Arten entstehen zu dieser Zeit die von Bonet (1956, p. 42 ff.) als monotypische Familie deklarierten Colomiellidae. Ihr Vorkommen ist bisher nur aus Mexiko bekannt. Die Calpionelliden-Fazies der zentralen europäischen Tethys endete bereits im Barrême (Colom 1948, p. 251).

Die Lorica von *Colomiella*, mit den Arten *C. mexicana* Bonet und *C. recta* Bonet, vereinigt in anscheinend paradoxer Weise phylogenetisch

primitive und degenerative Merkmale (vgl. Abb. 12 Fig. 9-11). Der Körper der Lorica erscheint dadurch primitiv, daß eine Gehäuseform wieder aufgenommen wurde, wie sie bereits zu Beginn der Evolution bei der Gattung *Calpionella* verwirklicht war.

Dagegen ist der dem Lorica-Körper aufsitzende extrem lange Kragen vermutlich eine Degenerationserscheinung, in Analogie zu der Tatsache, daß *C. alpina* in dem ihrem Aussterben vorangehenden Entwicklungsabschnitt ebenfalls die Tendenz zur Ausbildung langer Kragen aufweist (vgl. Abb. 12, Fig. 12, p. 55).

Am Ende des Apt erlöschten auch die letzten Vertreter der Colomiellidae. Ihre Konstitution läßt vermuten, daß sie in phylogenetischer Hinsicht an Überalterung ausstarben.

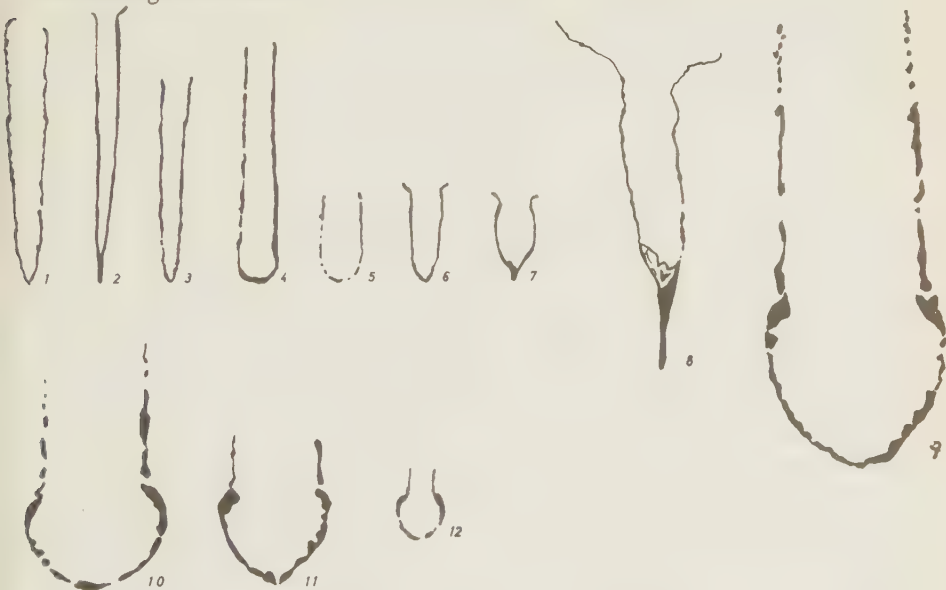


Abb. 12 Fig. 1-8 Aberrante Riesenformen (1-4, 8) im Vergleich zu Normalformen (5-7), verkleinert aus Colom (1948, Fig. 11/10, Fig. 12/53, Fig. 13/59-62, Fig. 14/1); alle Fig. x 175, Fig. 9-11: Ultralange, halblange und normale Form von *Colomiella mexicana* Bonet, verkleinert aus Bonet (1956, Taf. 20 (x 440), Taf. 19, Fig. 4 (x 390) und Fig. 2 (x 215)). Fig. 12: *Calpionella alpina cadischii* n. subsp., Form mit langem Kragen aus dem mittl. Berriasien. (Schliff Ha 1); x 155

b.) Ammonoidea

1.) Stratigraphische und paläontologische Bemerkungen.

Die Ammoniten-Fauna vom Haßberg ist mit 25 Arten die bisher reichste Tithonfauna der östlichen bayerischen Alpen. In dieser Zahl sind die von Oppel (1865, p. 537) und Nöth (1926, p. 461 - 462) ebenfalls vom Haßberg beschriebenen Arten enthalten. Aus anderen Teilen des Gebietes werden in der Literatur nur Einzelfunde erwähnt.

Besonders individuenreich treten im Haßberg-"Marmor" die stratigraphisch indifferenten, jedoch als akzessorischer Bestandteil der Fauna wichtigen Gattungen Haploceras, Phylloceras und Lytoceras auf.

Die in der lokalen Fundfolge (vgl. Abb. 4, p. 21) aufgeführten stratigraphisch charakteristischen Arten, vorwiegend Perisphinctidae, lassen sich mit Ausnahme von *S. contiguus* der international gebräuchlichen Gliederung des Tithons zwanglos einfügen.

Bei dem in Abbildung 4, p. 21 verwendeten Gliederungsschema handelt es sich um eine Kombination der von Neumayr (1871, p. 517), Killian (1907, Tab. p. 202) und Mazenot (1939, p. 25) für das Ober-Tithon sowie von Spath (1950, p. 131), Arkell (1956, p. 167) und Barthel (1961, Ms)[†] für das Mittel- und Unter-Tithon gegebenen stratigraphischen Tabellen.

Umstritten ist der Wert von *S. contiguus*. Insbesondere Spath (1950, p. 129-130) und Arkell (1956, p. 166) betonten die Unzuverlässigkeit dieser Art als Zonenfossil, solange keine Revision der von verschiedenen Autoren unter *S. contiguus* beschriebenen Ammoniten stattgefunden hat.

Wie die Einstufung mit Hilfe der übrigen Perisphinctiden ergab, kommt *S. contiguus* im Haßberg-Profil im Mittel-Tithon vor.

Ein beträchtlicher Teil der hinsichtlich *S. contiguus* bestehenden Verwirrung resultiert daraus, daß der von Catullo (1846) beschriebene und abgebildete Holotyp verschollen ist. Daraufhin gaben Zittel (1868, p. 110; Pl. XI, fig. 2), Toucas (1890, p. 581-582; Taf. 14, Fig. 4) und andere Neubeschreibungen,

[†] Herr Dr. Barthel gewährte mir freundlicherweise Einblick in sein Manuskript.

die sich erheblich voneinander unterscheiden.⁺

Die am Haßberg aus einem eng begrenzten Schichtkomplex gesammelte Art deckt sich mit dem Zittel'schen Typ, der dadurch gekennzeichnet ist, daß innerhalb der letzten 8 - 10 Rippen des letzten Umganges dreifache Rippenspaltung auftritt.

Die Bayerische Staatssammlung für Paläontologie und historische Geologie besitzt dagegen ein Exemplar vom Haßberg, das dem von Toucas abgebildeten Typ entspricht: Die dreifache Rippenspaltung mit rasch wechselnder Spaltpunkthöhe belegt drei Viertel des letzten Umganges. Dieses Exemplar von *S. contiguus* (Toucas non Catullo) gehört nach der Fazies des Gesteins zu urteilen, wahrscheinlich einer höheren Schicht als die Zittel'schen Typen an. Es kann deshalb vermutet werden, daß die ~~stets~~ Vermehrung der dreigeteilten Rippen Ausdruck einer phylogenetischen Tendenz ist.

Neben der Vermehrung der dreigeteilten Rippen scheint bei den Haßberg-Formen eine verstärkte Ausbildung des Siphonalbandes stattzufinden, das bei den frühen Formen nur an Jugendwindungen, bei den späten jedoch auch an den adulten Schalentteilen zu beobachten ist (vgl. Schneid 1915, p. 98-99).

Auch für das in der Literatur häufig erwähnte obertithonische Leitfossil *V. transitorius* (Oppel in Zittel) scheint eine Revision erforderlich.

Die Steinkernexemplare des Haßbergs stimmen zwar in den Proportionen mit dem Typusmaterial Zittel's (1868, p. 103-106; Pl. 22, 1-6) gut überein. Im Habitus der Berippung fällt jedoch bei den Haßberg-Formen die Häufung von Einzelrippen auf, im Extremfall in der Weise, daß auf je eine Spaltrippe eine Einzelrippe folgt. Die gleiche Beobachtung wurde bei den Exemplaren vom Sulzenmoos-Graben gemacht.

Schon bei der Typusbeschreibung billigte Zittel (1868, p. 106) *V. transitorius* eine große Variationsbreite zu. Über die Variationsbreite hinaus scheint jedoch eine Tendenz zur fortschreitenden Vermehrung der Einzelrippen zu bestehen, da die im Vergleich zu den Haßberg-Formen etwas jüngeren Funde des Sulzenmoos-Graben mehr Einzelrippen aufweisen.

Insgesamt lassen die bisherigen Beobachtungen vermuten, daß *V. transitorius* in der ursprünglichen Artfassung nicht Leitfossil des gesamten Ober-Tithons sein kann, wie von Neumayr (1871, p. 517) ursprünglich angenommen, son-

⁺ Der Typus von Toucas ist erhalten, der von Zittel jedoch während des Krieges vernichtet. - Freundl. mündl. Mitt. von Herrn Konservator Dr. Barthel, München.

dern, wie es Kilian (1907, Tab. p. 202; vgl. Mazenot 1939, p. 262) allerdings kommentarlos einführt, nur für den untersten Horizont des Ober-Tithons (vgl. p. 5 - 6).

Ähnlich wie aus dem Tithon werden auch aus dem Berriasien der östlichen bayerischen Alpen in der Literatur bisher lediglich Einzelfunde erwähnt. Aus dem Steinbruch von Sebi beschrieb zwar Schlosser (1893, p. 186) eine Ammonitenfauna des Berriasien. Nach den Einwendungen, die Sayn (1894, p. 14) gegen die Artbestimmungen vorbrachte, sind darin jedoch auch Elemente des Valanginien enthalten. Der Mischcharakter der Fauna ist erklärlich, wenn man die Mächtigkeit des vom Abbau betroffenen tektonisch stark gestörten Schichtkomplexes berücksichtigt. Somit handelt es sich bei den Ammoniten von Sebi um keine geschlossene Fauna eines eng begrenzten Fundpunktes sondern ebenfalls um Einzelfunde, die zum Teil aus dem Berriasien stammen.

Weitere Einzelfunde aus Berriasien und Tithon erbrachten neuere Kartierungen in der Oberwössener Mulde, auf Blatt Reit im Winkl (818) (Doben 1959, Franz 1960).

Die bisher durch das Fehlen einer geschlossenen Fauna des Berriasien noch vorhandene Beobachtungslücke schließt für den mittleren Teil des Berriasien die Fauna vom Hammerer-Graben (vgl. p. 27), die insbesondere durch die Häufigkeit von *Berriasella boissieri* (Pictet) und *Berriasella privasensis* (Pictet) gekennzeichnet ist.

2.) Zur Ökologie.

Der jüngste Anteil der Haßberg-Fauna besteht in auffallender Weise ausschließlich aus kleinen Exemplaren der Gattungen *Vugerosphinctes*, *Ptychophylloceras* und *Protetragonites*.

Die Annahme einer erhaltungsbedingten Auslese von Innenwindungen scheidet aus, da die Wohnkammern erhalten sind.

Es erhebt sich die Frage, ob Jugendstadien oder Zwergformen vorliegen. Für Zwergwuchs spricht das vollständige Fehlen großer Exemplare. Die unvollständige Erhaltung der Lobenlinien erlaubt es jedoch nicht zu entscheiden, ob es sich bei Annahme von Zwergwuchs wirklich um adulte Stadien von Zwergformen handelt.

Das gehäufte Vorkommen kleiner Ammoniten, wie in den oberen roten Knollenkalken des Haßberg-Steinbruchs, steht in den bayerischen Alpen jedoch nicht allein.

Aus dem Wendelsteingebiet beschrieb Fraas (1891, p. 31-32) von der "Schwarz-Wand" rote Crinoidenkalken mit *Cephhalopoden* "die meterweise das Gestein völlig erfüllen, aber durchgehend nur geringe Größe besitzen" (5 - 10 mm Durchmesser). Er stufte das Vorkommen als Tithon ein und parallelisierte es bereits mit den Haßberg-Kalken sowie den tithonischen Kalken von Legau bei Vils.

Eine Bestätigung der Angaben von Fraas im Wendelsteingebiet lieferte Osswald (1929, p. 52), demzufolge "rote, glatte oder tonige Kalke" am "Buchlahner" "hunderte von dichtgedrängten, meist sehr kleinen Ammoniten" des Kimmeridge bis Unter-Tithon enthalten.

In den östlichen bayerischen Alpen fand Nöth (1926, p. 463) ein weiteres Vorkommen kleiner Ammoniten in roten Crinoidenkalken zusammen mit *Pygope* cf. *diphya* (Col.) und *Lamellaptychus beyrichi* (Opp.) nördlich des Hochfellinzuges (W. Punkt 834).

Die weite Verbreitung der wahrscheinlich etwa gleichalten Vorkommen kleinwüchsiger Ammoniten bekräftigt die Annahme, daß Zwergfaunen vorliegen. Da in diesen Faunen die Vertreter von mindestens drei Familien gleichzeitig von Zwergwuchs betroffen sind, kann als sicher gelten, daß dieser ökologisch bedingt war.

Einen weiteren ökologischen Befund liefert die Lage der oberjurasischen Ammoniten-Fundpunkte.

Reiche Vorkommen sind im Mittel- und unteren Ober-Tithon auf die roten Knollenkalken der tithonischen Schwellengebiete beschränkt. Die mit Hilfe von *Calpionelliden* datierten gleichalten hellen Aptychen-Kalke und -Mergel der Beckenfazies weisen dagegen nur eine spärliche Überlieferung auf, wobei *Lytoceraten* und *Phylloceraten* den Hauptanteil der Funde ausmachen.

Nach der Häufigkeit der Fossilisation zu urteilen, scheint sich somit für die Ammonoideen eine deutliche ökologische Bevorzugung der Schwellenbereiche vor den Beckengebieten zu ergeben.

Grundsätzlich ist auch hier, wie bei den Individuenzahlen der *Calpionelliden* (vgl. p.49-50), der täuschende Einfluß verschiedener Sediment-

mächtigkeiten zu berücksichtigen. Allerdings würde auch eine Verdoppelung der relativ mächtigen roten Haßberg-Knollenkalke den Ammoniten-Reichtum nicht auf die Quote herabdrücken, die für die Beckenfazies charakteristisch ist.

Für die Seltenheit von Ammoniten-Funden in den Aptychen-Schichten wurden bisher bathymetrische Gründe geltend gemacht. Danach wurden die aragonitischen Ammonitengehäuse in dem kohlensäurereichen, unter hohen Drücken befindlichen Tiefenwasser eines Paraozeans beim Absinken aufgelöst und infolgedessen nicht fossilisiert, während die kalzitischen Aptychendeckel erhalten blieben.

Der vollen Gültigkeit dieser erstmals von Fuchs (1878, p. 380) begründeten Auffassung widersprechen die bis jetzt bekannten, wenn auch trotz neu entdeckter Fundpunkte weiterhin seltenen Ammoniten-Vorkommen (vgl. Franz 1960, p. 39). Jedoch diskutierte noch Schindewolf (1958, p. 18) die Möglichkeit, daß der Unterschied Kalzit-Aragonit allein ausreichen könnte, das Vorherrschen oder alleinige Vorkommen der Aptychen in den Aptychen-Kalken und Mergeln zu erklären. Dagegen hielt er die Annahme einer Frachtsonderung für nicht notwendig, wenn auch möglicherweise wirksam.

Durch einen Vergleich von tithonischer Becken- und Schwellenfazies kann nun der auf den ungünstigen Fossilisationsbedingungen fußenden Erklärung eine ökologische Deutung hinzugefügt werden.

Um die in einigen Beckengebieten vorhandenen Anreicherungen von Aptychen zu erklären, müssen allerdings zusätzlich Verdriftungen angenommen werden, die, von der relativ erhöhten Lage der Schwellen ausgehend, denkbar sind.

Größere Wahrscheinlichkeit jedoch als eine der beiden Deutungsmöglichkeiten allein besitzt das Zusammenwirken ökologischer und die Fossilisation betreffender Ursachen, wobei der Schwerpunkt der Deutungen im Hinblick auf die sich mehrenden Funde möglicherweise in die ökologischen Faktoren zu legen ist.

BI REGIONALER TEIL.

ZUR VERBREITUNG UND ALTERSSTELLUNG ROTER GERÖLL- MERGELSCHICHTEN IM BEREICH DER JURA /KREIDE-GRENZE.

1.) Einleitung

Bei oberflächlicher Betrachtung scheinen die eintönigen Kalk- und Tonmergel-Serien der Aptychen-Schichten im Bereich der Jura/Kreide-Grenze kein geologisches Ereignis von regionaler Bedeutung zu enthalten.

Im Verlauf der Geländearbeiten wurde jedoch die weite Verbreitung der im stratigraphischen Teil bereits mehrfach erwähnten roten, grüngefleckten Geröllmergelschichten festgestellt.

Nach den bisherigen Beobachtungen bilden diese roten Schichten eine in paläogeographischer Hinsicht aufschlußreiche Fazies.

Nach einem Überblick über bereits bekannte ähnliche Vorkommen in der nördlichen kalkalpinen Zone und einer Definition der hier betrachteten Fazies wird die Altersstellung der roten Geröllmergelschichten in Spezialprofilen mit Hilfe der oben entwickelten parastratigraphischen Methode untersucht.

2.) Bisher bekannte Vorkommen roter Geröllmergelschichten und ähnlicher konglomeratischer Bildungen an der Jura/Kreide-Wende.

In den Aptychen-Schichten östlich des Inn wurden die roten Geröllmergelschichten erstmals bei der Neukartierung der östlichen und westlichen Oberwässener Mulde (Doben 1959, Franz 1960) besonders beachtet und als Tithon datiert.

Westlich des Inn gab bereits Boden (1915, p. 211 ff.) aus den Lenggrieser Bergen eine ausführliche Beschreibung einer konglomeratischen Fazies. Diese und später entdeckte Funde faßte Trusheim (1930, p. 39 ff.) in einer Übersicht über Konglomerate des oberen Jura zusammen. Er stellte fest, daß sämtliche der bis dahin aus den mittleren und westlichen bayerischen Alpen bekannten Vorkommen in der kalkalpinen Randzone lagen. Dieser Befund schien die Ansicht Boden's (1915, p. 213-215) zu bestätigen, daß es sich um eine "küstennahe Fazies am Nordrand der Kalkalpen" handle.

Trusheim (1930, p. 42) konnte jedoch als erster den Nachweis erbringen, daß die konglomeratische Fazies nicht, wie Boden annahm, an eine küstennahe Vorzone gebunden sondern mitten im Beckeninnern, z.B. in der Karwendel-Mulde, dem detritusfreien Sediment eines tieferen Meeres eingeschaltet ist.

Daraus schloß er auf eine allgemeine Verflachung des gesamten Meeresbeckens während des Tithons, wie sich aus Aptychen-Funden ergab. Er postulierte vertikale Bodenbewegungen "großen Stils" (gemeint ist: auf großer Fläche - nicht großen Hebungsbetrages), die er einer Phase der "jungkimmerischen Gebirgsbildung" (Stille 1924) zuordnete, deren Auswirkungen auf die nördliche Kalkzone der Ostalpen Spengler (1927, p. 140 - 141) als "sehr flachwellige Faltung" bezeichnet hatte.

Eine neuere, großräumigere Zusammenfassung der Vorkommen brecciöser und konglomeratischer bis sandig-toniger Ablagerungen zwischen Rheintal und Wiener Becken gab Trauth (1948, p. 192- 199) unter den Bezeichnungen "Hinterriß- und Gscheigraben-Schichten" des Tithons und Neokoms.

Von den nach 1948 bei Spezialkartierungen gefundenen weiteren Vorkommen sind zwei zu erwähnen, die durch ihre Lage von den unten beschriebenen Vorkommen der östlichen bayerischen Alpen zu den angrenzenden Teilen der kalkalpinen Zone überleiten: Rote Geröllmergelschichten fand im Achenseegebiet (Tirol) Quenstedt (1951 a, b), der die Bezeichnung "Tiefenthaler-Schichten" einführte. Diese bilden in seinen stratigraphischen Tabellen des Achentals (1951 a, Tab.1, p. 57; Abb.2, p. 60/1951 b, Tab.p. 7) den obersten Jura.

Weitere Vorkommen beschrieb Leischner (1959) aus den Salzburger Kalkalpen. In der "juvavischen Zone" dieses Gebiets fand er (1959, p. 854) mikrofossillere Breccien, die sich mit Plassenkalk verzahnen, woraus er ein vorwiegend tithonisches Alter ableitete. Die Breccien besitzen eine dunkel-ziegelrote, sandig-mergelige Grundmasse, in der die lichten Komponenten des Plassenkalkes liegen.

In der nördlicher gelegenen "tirolischen Zone" des gleichen Gebiets beschrieb er (1959, p. 847) Breccien mit lichten Kalkkomponenten in rötlicher Grundmasse, die auf Grund der Calpionelliden (*C. alpina*, *C. darderi*, *T. carpathica*) dem Berriasien angehören. Im Gegensatz zu den Vorkommen der "juvavischen Zone" enthalten diese Breccien Komponenten des gesamten Liegenden bis hinab zur Trias.

3.) Definition der roten Geröllmergelfazies.

Unter der Bezeichnung "rote Geröllmergelschichten" werden in der vorliegenden Untersuchung Gesteine der folgenden Beschaffenheit und Entstehung verstanden:

meist grüngefleckte, rostrote feinkörnige Kalkmergel und Mergelkalke mit ebenfalls rostroten oder hellen Geröllen, die nur mäßige Kantenrundung aufweisen.

Für die Vorkommen der Karwendel-Mulde konnte Trusheim (1930, p. 40-41) zeigen, daß die Kalkschlickgerölle zur Zeit ihrer Umlagerung und Einbettung noch formbar waren, da kleinere Gerölle durch größere sie überlagernde deformiert worden sind. Er schloß auf submarinen Abtrag eines bereits verfestigten, aber noch plastischen Sediments infolge starker Wasserbewegung, die sich in Kreuzschichtung und Rippelmarken dokumentierte.

Bei einigen ostalpinen Vorkommen war zu beobachten, daß die Gerölle aus einem festen hellen Kern bestehen, der von roter Matrix umwickelt ist. Deformationen betreffen nur den äußeren Mantel der Matrix. Die Kerne dieser Gerölle entstammten also bereits verfestigten Sedimenten, die in noch plastisch verformbare verfrachtet wurden.

In zahlreichen Aufschlüssen trifft jedoch die Beschreibung Trusheim's zu. In allen Fällen gibt die Art der Gerölle Hinweise auf die Intensität der submarinen Erosion, die dort am stärksten wirkte, wo schon völlig verfestigte Sedimente noch miterfaßt wurden.

Im Gegensatz zu den durch Resedimentation entstandenen Knollen in den roten Kalken vom Typ Haßberg-"Marmor" stellen die Komponenten der roten Geröllmergelschichten mit Calpionelliden nachweisbar echte submarine Abtragungsprodukte dar. So enthalten z. B. die in Zone 6 (*C. neocomiensis* etc.) des Rechenberg-Profiles gelegenen Geröllmergelschichten Komponenten mit Calpionelliden der Zone 5 (*T. carpathica*, *C. alpina cadischi*, *C. elliptica*).

Der Begriff Geröllmergelschichten umfaßt auch die Aufarbeitungslagen im unmittelbar Liegenden, die noch nicht rot gefärbt sind. Derartige Schichten bilden in allen untersuchten Profilen den faziellen Übergang von den hellen Kalkmergeln zu den roten Geröllmergeln.

Als weitere Kennzeichen treten nicht selten Fließwülste auf (vgl. Profil Hammerer-Graben p. 26 und Profil Knogler-Alpe p. 65).

Eine besondere Ausbildung besitzen die roten Geröllmergelschichten im nördlichen Achensee-Gebiet. Es finden sich dort z.B. im Profil Ampers-Bach (vgl. p. 70) in den roten Geröllmergeln große Fremdschollen, meist Radiolarite, eingelagert (Invektionen im Sinne Quenstedt's 1951 b, p. 11 Definition und Deutung nicht veröffentlicht). Diese infolge ihrer unregelmäßigen Begrenzungsflächen vom übrigen Gestein deutlich unterscheidbaren Schollen erweisen sich als fremd in Bezug auf ihr stratigraphisches Alter (Oxford und Kimmeridge in obertithonischen Schichten) und ihre Lithofazies (organogene Kieselkalke in Mergeln). Ähnliche Erscheinungen sind noch nicht wieder beobachtet worden. Sie liefern wichtigen Aufschluß über die Entstehungsbedingungen der roten Geröllmergelschichten (vgl. p. 86).

Die Gerölle entstammen in dem hier betrachteten Gebiet ausschließlich der kalkalpinen Zone. Auch Trusheim (1930, p. 40-41) stellte in der Karwendel-Mulde ausnahmslos kalkalpine Komponenten fest.

Diese Befunde dürften jedoch nur für die inneren Bereiche des kalkalpinen Troges kennzeichnend sein da z.B. von Trauth (1948, p. 192) aus der nördlichen Randzone polymikte Breccien und Konglomerate erwähnt werden. Die Vorkommen der Randzone bedürfen allerdings einer Überprüfung. Es ist denkbar, daß infolge der stark reduzierten Mächtigkeiten in der Randzone rote Geröllmergelschichten in der oben gegebenen Definition und polymikte Sandsteine und Konglomerate, wie sie im Neokom häufig eingeschaltet sind, zu einer Serie zusammengefaßt wurden. Daraus resultiert wohl auch die Ansicht M. Richter's (1937, p. 52), daß die Boden'schen Konglomerate des Alpennordrandes nicht dem oberen Jura sondern teils dem Neokom und teils dem Cenoman angehören.

Als sichere Äquivalente der roten Geröllmergelschichten können zur Zeit nur die von Trusheim (1930) in der Karwendel-Mulde, von Quenstedt (1951 a, b) im Achental (eigene Beobachtungen vgl. p. 70) und von Leischner (1959) in den Salzburger Kalkalpen beschriebenen Vorkommen gewertet werden (vgl. p. 62).

Für die kalkalpine Zone östlich des Inn wurde die rote Geröllmergelfazies in der Literatur zuerst von Gümbel (1861, p. 507) erwähnt. Er registrierte sie als "etwas rötlich gefärbte Neocomschichten", die er "nur selten und ausnahmsweise" fand.

4.) Spezialprofile zur Altersbestimmung.

Unter- bis mitteltithonische Vorkommen.

Ca. 150 m NE des alten Steinbruchs von Sebi⁺, E Niederndorf im Unterinntal stehen im Bachbett des Atmos-Grabens innerhalb einer mächtigen Serie von Aptychen-Kalken und-Mergeln ca. 4 m rote Geröllmergelschichten an. Sie befinden sich ca. 30 m über dem Radiolarit und mehr als 50 m unter den Mergeln und Kalkmergeln des ehemaligen Steinbruchs bei Sebi, in dem Schlosser (1893, p. 186) eine Ammoniten-Fauna sammelte. (vgl. p. 58). Das unmittelbar Liegende der roten Geröllmergelschichten, diese selbst und das unmittelbar Hangende enthalten keine Calpionelliden-Fauna sondern nur Skellettelemente von *Saccocoma alpina* (Lombard) und Kalkalgen (*Stromiophora* und *Globochaete*) (Schliffe Sb 2 - 5). Erst ca. 1m über den roten Schichten (Sb 1) beginnt die Calpionelliden-Fazies mit Zone 1 des Ober-Tithons (*Calpionella elliptica*).

Die Geröllmergelschichten N Sebi gehören also noch dem Mittel-Tithon an.

In zwei Profilen der westlichen Oberwössener Mulde erweisen sich die roten Geröllmergelschichten als noch etwas älter als im Profil N Sebi.

Im Bach ca. 350 m SE der Knogler-Alpe
(Blatt Reit im Winkl (818); Ko. P. 45 31900/
52 84525) stehen an: Radiolarit (Liegendes)
/ ca. 12-15 m grau-grüne Aptychen-Mergel
/ ca. 8 m rote Geröllmergelschichten / helle
spröde Kalke mit schwarzen Kieselknauern
(Hangendes) (vgl. Abb. 14 p. 66.).

Innerhalb der roten Geröllmergelschichten finden sich umgelagerte rote Radiolaritbrocken. Franz (1960, p. 39 a) beobachtete an dieser Stelle Fließfaltung.

In Dünnschliffen (Kno 1-3) sind lediglich Skelettelemente von *Saccocoma alpina* (Lombard) häufig festzustellen.

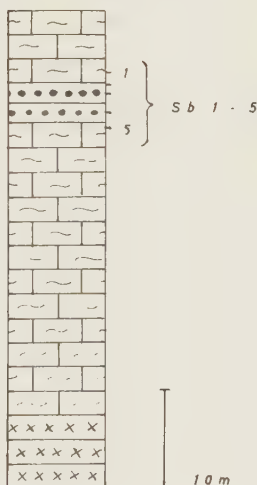


Abb. 13. Erläuterung im Text.

+ Spezielle Kartierung dieses Gebietes durch D. Gessner (Dipl.-Arb., München 1961)

Auch im Profil am Weg SE Wegmann-Alm (Blatt Reit im Winkl (818); Ko. P. 45 33850/52 85925), wo bezüglich der Schichtfolge und der Mächtigkeiten gleiche Verhältnisse wie an der Knogler-Alpe vorliegen, konnte in Dünnschliffen ebenfalls nur die Saccocoma-Fazies beobachtet werden (Hsl 1 = Top rote Lage, Hsl 2 = Hangendes der roten Lage). Auch nach ca. 20 m (Hsl 3) über den roten Geröllmergeln sind immer noch keine Calpionelliden vorhanden.

Die genannten zwei Vorkommen roter Geröllmergelschichten in der westlichen Oberwössener Mulde sind vermutlich ins tiefere Mittel-Tithon oder ins Unter-Tithon einzuordnen. Franz (1960, p. 35 ff.) schloß auf Unter-Tithon für den S-Flügel und auf Ober-Tithon für den N-Flügel. Die Altersbestimmung für den N-Flügel wird durch die Mikrofauna nicht gestützt.

Mittel- bis obertithonische Vorkommen.

Das Profil vom Sulzenmoos-Graben, ca. 6 km SW vom Haßberg, wurde bereits im stratigraphischen Teil beschrieben (vgl. p. 23 ff.). Im Sulzenmoos-Graben werden geringmächtige Äquivalente der Haßberg-Schichten von ca. 1,50 m roten Geröllmergelschichten überlagert, deren Alter durch Ammoniten und Calpionelliden der Zone 1 (*C. elliptica*) als unteres Ober-Tithon belegt ist.

NE des Hochföllnmassivs östlich der Hocherb-Alm (Blatt Bergen (793); Ko. P. 45 44900/52 92625) ca. 4 km WNW Ruhpolding, sind die roten Geröllmergelschichten ca. 4 m mächtig bei einem Straßenanschnitt aufgeschlossen.

PROFIL SE KNOGLER-ALPE

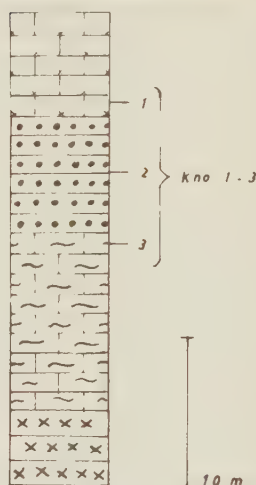


Abb. 14. Erläuterung im Text.

PROFIL E HOCHERB-ALM

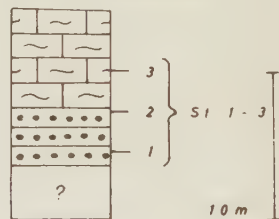


Abb. 15. Erläuterung im Text.

Das Liegende wurde nicht angeschnitten.

Im unteren Teil der roten Schichten (St 1) findet sich die *Saccocoma*-Fazies, im oberen Teil (St 2) und in den hangenden hellgrauen Aptychen-Kalken (St 3) (vgl. Abb. 15, p. 65) bereits Zone 4 (*C. alpina* *cadisch*, *C. elliptica*) der *Calpionelliden*-Fazies.

Die roten Geröllmergelschichten reichen also an dieser Stelle vom vermutlichen Mittel-Tithon bis mindestens ins mittlere Ober-Tithon.

Nordöstlich des Hochgern, ca. 300 m NE des Engelsteins und ca. 1 km SW Pattenberg (Blatt Bergen (793); Ko. P. 45 41650/52 94525), konnte innerhalb der roten Geröllmergelschichten ein von Dhein (1944) entdecktes kleines Tuffit-Vorkommen wiedergefunden werden, das er in seiner geologischen Karte der Alpenrandzone zwischen Marquartstein und Bergen nicht eingezeichnet hatte.

Dhein (1944, p. 193) gab folgende Beschreibung, auf die sich auch Ganns (1956, p. 26) stützte: "Es handelt sich um ein rotbraunes Gestein, das völlig von Chloriten durchsetzt ist. Im Dünnschliff liegen in einer körnigen, roten Kalkgrundmasse zahlreiche Quarzphitter, stark verwitterte Feldspate (Orthoklas und Plagioklas) und wenig Glimmer". Als Alter dieses Tuffits vermutete Dhein ganz allgemein Malm.

Eigene Dünnschliffbeobachtungen (E 1-3) stimmen mit den oben zitierten im Wesentlichen überein. Die Alterseinstufung kann präzisiert werden: zusammen mit *Saccocoma alpina* (Lombard) treten die Kalkalgen *Globochaete* Lombard und *Stomosphaera moluccana* Wanner auf. Es ist dies die Mikrofazies des Mittel-Tithons in dem nicht weit entfernt liegenden Profil vom Haßberg ab ca. 6 m Profilhöhe (vgl. p. 18).

Die tektonische Stellung des Tuffits vom Engelstein ist problematisch. Das tektonisch Hangende bildet Hauptdolomit, das Liegende ist nicht erschlossen.

Der Aufschluß beträgt nur ca. 1,5 qm. Auf dieser Fläche sind unter dem Wurzelwerk einer Fichte mehrere Brocken des roten Gesteins herausgewittert. Weitere Aufschlüsse im Verlauf des Streichens wurden nicht gefunden.

Einer der Gesteinsbrocken erwies sich als feingebänderter mehrfarbiger Kieselrhythmit. Dieser Fund zeigt an, daß neben der Förderung basischer Vulkanite, die durch die überwiegend basischen Minerale des Tuffits belegt sind, auch Exhalationen von extrem saurem Chemismus stattfanden. Die stratigraphische Datierbarkeit würde dem winzigen Tuffitvorkommen regionale Bedeutung verleihen, falls nachgewiesen werden kann, daß

der Tuffit in den gleichen magmatischen Zyklus gehört wie die sogenannten Ehrwaldite der westlichen kalkalpinen Zone. Für diese Eruptivgesteine wurden bisher keine eindeutigen Altersbeziehungen gefunden.

Nördlich der Kampenwand im Schauer-Graben westlich des Ei-Bergs (Blatt Niederaschau (791); Ko. P. 45 27150/52 93000) ist eine Schichtenfolge vom Radiolarit bis ins Neokom erschlossen (vgl. Fahlbusch 1960, p. 16).

Über dem Radiolarit folgen ca. 12 m rote Flaserkalke mit roten Kieseiknollen, dann ca. 2 m hellgraue Aptychen-Kalke mit schwarzen Kieseiknauern, darauf ca. 1,50 m rote Geröllmergelschichten, ca. 6 m bianconeartige Kalke mit schwarzen Kieseiknauern und abschließend eine Serie von grau-grünen Kalk- und Tonmergeln (vgl. Abb. 16, p. 68).

In den Übergangsschichten Flaserkalk/Aptychen-Kalk findet sich in Dünnschliffen (Sgr 1-3) die *Saccocoma*-Fazies. Kurz danach setzt die *Calpionelliden*-Fazies ein.

Im oberen Teil der Geröllmergelschichten, ca. 3,80 m über dem Flaserkalk (Sgr 4), findet sich bereits der Übergang von Zone 2 (*C. elliptica*, *C. alpina grandis*) zu Zone 3, 20 cm höher, bei ca. 4 m (Sgr 5) Zone 3 (*C. alpina grandis*, *C. elliptica*). Weitere 4 m höher (Sgr 6), bei ca. 8 m, erkennt man bereits Zone 5 (*T. carpathica*, *Calpina cadischi*, *C. elliptica*), bei ca. 12 m (Sgr 7) Zone 6 (*C. neocomiensis* etc.). Ca. 16 m über dem Flaserkalk (Sgr 8) ist die *Calpionelliden*-Fazies verschwunden. Im Schauer-Graben beginnen also die Geröllmergelschichten etwa an der Wende Mittel-/Ober-Tithon. Sie umfassen die *Calpionelliden*-Zonen 1 - 2 und reichen damit bis ins mittlere Ober-Tithon.

In den bisher beschriebenen Profilen wurden die Geröllmergelschichten dem obersten Jura zugeordnet. Es folgt die Beschreibung jüngerer Vorkommen.

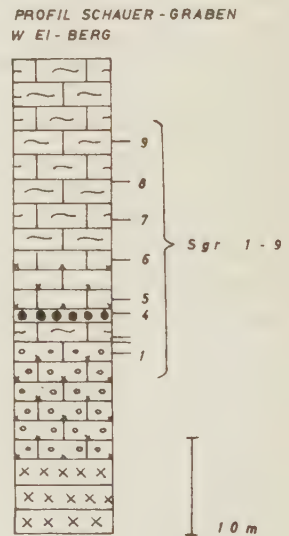


Abb. 16. Erläuterung im Text.

Vorkommen des Berriasien.

Im Typusprofil vom Rechenberg (vgl. Abb. 3, p. 15) in der östlichen Oberwössener Mulde bilden die roten Geröllmergelschichten den unteren Teil der Zone 6 (*C. neocomensis* etc.) und damit (vgl. Abb. 11, p. 33) vermutlich auch den unteren Teil des mittleren Berriasien.

Im Profil vom Hammerer-Graben (vgl. Abb. 7, p. 28), ebenfalls in der östlichen Oberwössener Mulde, ergibt sich eine gleiche Altersstellung der roten Geröllmergelschichten wie im Typusprofil vom Rechenberg.

Östlich des "Marmor"-Bruchs am Haßberg (vgl. p. 17) sind die roten Geröllmergelschichten an der linken Uferböschung des Urschlauer-Achen, wenige Meter N des Stauwerks, innerhalb einer Serie grau-grüner Aptychen-Kalke und -Mergel mit schwarzen Kieselknauern angeschnitten. Der Aufschluß beginnt ca. 6 m unter den roten Schichten. Dünnschliffe (HB E 1-4) zeigen keine Spur einer Calpionelliden-Fauna. Da auch Skelettelemente von *Saccocoma* fehlen, die die Schichten unterhalb der Calpionelliden-Fazies charakterisieren, ist anzunehmen, daß dieses Vorkommen bereits oberhalb der Calpionelliden-Fazies liegt, die am Nordrand der kalkalpinen Zone nach dem Profil vom Schauer-Graben (vgl. p. 68) zu urteilen, mit Zone 6 (mittleres Berriasien) endet. Diese Verhältnisse scheinen auch in den Aptychen-Schichten an der Südseite des Haßberg-Steinbruchs vorzuliegen (vgl. p. 22 - 23). Für die roten Geröllmergelschichten östlich des "Marmor"-Bruchs kann als Mindestalter oberes Berriasien erwartet werden.

Außerhalb des Gebietes zwischen Inn und Saalach wurden die roten Geröllmergelschichten NW des Thiersees⁺ (Tirol) und in der nördlichen Umgebung von Achenkirch (Tirol) untersucht.

Das Vorkommen NW des Thiersees, im Bett der Thierseer-Ache NW Punkt 635, sichert die regionale Kontinuität der roten Geröllmergelfazies für die Distanz zwischen Sebi (Unterinntal) und Achenkirch.

Das Liegende bilden helle, im obersten Teil geröllführende Kalke des Rät (?). Es folgen ca. 1 m rote dünnplattige Mergel des oberen Malm mit *Lamella aptychus* cf. *lamellosus* (Park.) und ca. 4 m rote flaserige, zum Teil helle Kalkgerölle führende Kalkmergel, die *Saccocoma alpina* (Lombard), jedoch noch keine Calpionelliden enthalten (Schliffe Ld 1 -3).

⁺Letzte Spezialkartierung durch W. Wilmers (1961).

Die nach einer im Streichen verlaufenden Störung folgenden hangenden hellen Aptychen-Kalke mit schwarzen Kieselknuern zeigen bereits eine spärliche Calpionelliden-Fauna des Neokoms (Ld. 4).

Für die Geröllmergelschichten dieses Vorkommens ergibt sich unter- bis mitteltithonisches Alter.

Aus der nördlichen Umgebung von Achenbach beschrieb Quenstedt (1951 a, b) die rote Geröllmergelfazie unter der Bezeichnung "Tiefenthaler Schichten". Die Tatsache, daß die "Tiefenthaler Schichten" in Quenstedt's stratigraphischen Tabellen des Achantals (1951 a, Tab. , p. 57; Tab. p. 7) den obersten Jura repräsentieren, reizt zu einem Vergleich dieser mit Hilfe von Aptychen, Crinoiden und Lamellibranchiaten aufgeteilten Lokalgliederung mit der von der konventionellen Ammoniten-Gliederung abgeleiteten Calpionelliden-Stratigraphie.

Der Verband zwischen den "Tiefenthaler Schichten" und ihrem Hangenden ist in allen Aufschlüssen des Gebietes tektonisch gestört.

Im oberen Teil des Ampers-Bachs, östlich Tiefenthal an der ehemaligen Köglklaus südlich des Klaushofes, erweist sich das Hangende 3 m (Amp 2) und 6 m (Amp 3) über den roten Geröllmergeln, die tektonisch stark verquerscht sind, als der Zone 5 (*T. carpathica*, *C. alpina caduschi*, *C. elliptica*) zugehörig. Damit ist als Obergrenze für die Einstufung unterste Kreide gegeben.

Die Untergrenze wurde an einem Aufschluß auf dem Tiefenthaler Hof, ca. 0,75 km W Tiefenthal, bestimmt.

Dort findet man an der Basis der roten Schichten (Tf 3) Calpionelliden der Zone 1 (*C. elliptica*) (unteres Ober-Tithon). Für die roten Geröllmergelschichten des Achantal-Gebietes ergibt sich also ein Alter zwischen Basis Ober-Tithon und Basis Unterkreide.

Damit kann die Einstufung der "Tiefenthaler Schichten" als oberster Jura in der Lokalgliederung Quenstedt's bestätigt werden.

5.) Zusammenfassung der Ergebnisse.

Die regionale Verfolgung der roten Geröllmergelfazies ergab, daß alle untersuchten Profile (vgl. Abb. 17, p. 71) nur jeweils einen Schichtkomplex dieser Fazies enthalten. Wiederholungen innerhalb eines gegebenen (ungestörten) Profils existieren nicht.



Abb. 17. Geographische Lage der Profile, in denen rote Geröllmergelschichten stratigraphisch untersucht wurden.

1-N Sebi, 2 + 3-westl. Oberwössener Mulde, 4-Sulzenmoos-Graben, 5 - E Hoherb-Alm, 6-NE Engelstein, 7-Schauer-Graben, 8 + 9-östl. Oberwössener Mulde, 10-E "Marmorbruch" Haßberg, 11-NW Thiersee, 12-Ampers-Bach, 13-Tiefenthaler Hof.

Das Alter der roten Geröllmergelschichten schwankt von Profil zu Profil zwischen den Mindestgrenzen Unter-Tithon bis oberes Berriasien. Damit liegen die von Trushein (1930), Quenstedt (1951 a, b) und Leischner (1959) gegebenen Altersbestimmungen (vgl. p. 72-73) innerhalb der hier gefundenen Grenzen.

Eine Deutung der räumlich-zeitlichen Beziehungen zwischen den einzelnen Geröllmergelvorkommen wird im Rahmen der folgenden paläogeographischen Darstellung versucht (vgl. p. 78).

C. PALÄOGEOGRAPHISCHER TEIL.

a.) Voraussetzung.

Vorbedingung einer paläogeographischen Darstellung ist ein dichtes Netz von Beobachtungspunkten.

Das für die östlichen bayerischen Alpen gegenwärtig vorliegende, noch lückenhafte spezielle Tatsachenmaterial erlaubt es nur, einige Einzelzüge herauszuheben.

b.) Zur Gliederung und Entwicklung der Faziesräume an der Jura/Kreide-Wende.

1.) Submarine Schwellen zur Zeit der Bildung des Radiolarits (unterer und mittlerer Malm).

Als Bezugsschichten im Bereich der Jura/Kreide-Wende bieten sich in allen Profilen der dünngebankte rote Radiolarit bzw. seine faziellen Äquivalente.

Die stratigraphische Untergrenze des Radiolarits fällt in dem hier betrachteten Gebiet vermutlich mit der Grenze Dogger/Malm zusammen (vgl. Doben 1959, p. 12-13). Die Obergrenze liegt wahrscheinlich im Ober-Kimmeridge bis Unter-Tithon, da z. B. im Profil vom Sulzenmoos-Graben (vgl. p. 23) unmittelbar über dem Radiolarit die "Lombardia"-Mikrofazies bereits voll entfaltet ist, deren maximale Ausbreitung nach Brönnimann (1955, p. 43) im untern und mittleren Portland erfolgte (vgl. p. 4 und vgl. Profil Haßberg, Abb. 4, p. 21).

Die geographische Verbreitung des Radiolarits und seiner Äquivalente ist bereits relativ gut bekannt.

Radiolarit findet sich im gesamten hier betrachteten Bereich mit Ausnahme eines nördlichen und vermutlich auch eines südlichen Streifens, von denen der nördliche in mehreren Profilen im Folgenden sicher belegt werden kann, während die Existenz eines südlichen auf Grund indirekter Befunde nur hypothetisch ist:

Im Steinbruch Hausmann SE Inzell, dem W-Teil des Hochstaufen vorgelagert, finden sich dünngebankte Spatkalke des oberen Dogger (vgl. Ehrhardt 1931, p. 24), die von dickgebankten hellen Pseudoolithen, die wahrscheinlich den Liegendkalken des Haßberg-Profiles SW Ruhpolding (vgl. Abb. 4, p. 21) entsprechen, überlagert werden. Darüber folgen rote Knollenkalke in Haßberg-Fazies. Radiolarit ist nicht entwickelt.

Für die nördliche Umgebung des Hochstaufen erwähnte auch Schmidt-Thomé (1939, p. 282) rasche Übergänge aus Fleckenmergeln und harten Fleckenkalke in scheckig-bunte, faserige Mergelkalke und härtere rote Kalke, worin er an einigen Stellen mit Sicherheit Tithon erkannte.

Unmittelbar nördlich des Rauschbergs, zwischen Taubensee und weißer Traun, fand Angermeier (1960, p. 32) an zwei Lokalitäten den Kontakt von gelblich-grauweißen, dichten Kalken des oberen Dogger gegen rote Flaserkalke in der Fazies des "Ruhpoldinger Marmors". Den unteren Dogger bilden in diesem Gebiet nach Angermeier (1960, p. 31) Crinoiden-Spatkalke. Radiolarit ist nicht vorhanden.

Im Profil des Haßbergs (vgl. Abb. 4, p. 21) gibt es ebenfalls keinen Radiolarit.

Weitere Vorkommen im Gebiet des Hochfölln-Zugs mit der Schichtfolge Crinoidenkalke/Haßberg-"Marmor" /Aptychen-Mergel beschrieben Böhm (1910, p. 717 ff.) und Nöth (1926, p. 458 ff.).

Auf die fazielle Besonderheit des Fehlens von Radiolarit im Hochfölln-Gebiet wies zuerst Hahn (1913, p. 256) hin.

Weiter westlich an der Mehrentaler Wand (Dhein 1944, p. 199), nördlich des Hochgern, bilden 20 - 40 m dunkelrot gefärbte, dünnbankige "Malmgesteine" in Kalkfazies das Hangende von Hierlatzkalken, die ihrerseits auf Hauptdolomit transgredieren.

In der ca. 2,5 km südlich gelegenen Hochlerch-Silleck-Mulde, die den Hochgern-Gipfel mit umfaßt, ist wiederum der gesamte Jura in Kalkfazies entwickelt (Dhein 1944, p. 199). Den oberen Jura bilden Flaserkalke der Haßberg-Fazies.

Westlich der Prien im Laubenstein-Gebiet beschrieben Finkelstein (1888, p. 60-61) und Schottler (1934, p. 84) Haßberg-Kalke in typischer Ausbildung an der Rettenwand. Sie bilden am SW-Gipfel der Wand das Hangende des oberen Dogger in der Fazies brachiopodenreicher Spatkalke. Weiterhin finden sich nach Schottler (1934, p. 82) Haßberg-Kalke über Dogger in Crinoiden-Fazies am Weg Riesen-Alm-Oberwiesen-Alm westlich des Spielbergs.

In westlicher Fortsetzung wurden fazielle Verhältnisse ähnlich wie an den genannten Vorkommen des Laubenstein-Gebiets am Karkopf und Heuberg bis zum Inntal durch Eder (1925, p. 32-34) bekannt. Eigene Beobachtungen

In westlicher Fortsetzung wurden fazielle Verhältnisse ähnlich wie an den genannten Vorkommen des Laubenstein-Gebiets am Karkopf und Heuberg bis zum Inntal durch Eder (1925, p. 32-34) bekannt. Eigene Beobachtungen bestätigen die Angaben Eder's. An Stelle typischer Haßberg-Kalke finden sich hier (z.B. westlich der Kar-Alpe) jedoch über den Crinoiden-Spatkalken bunte Kalke, die unregelmäßig verteilte rote Kieselknollen enthalten und wulstartige Schichtoberflächen besitzen. Diese Fazies vermittelt zwischen typischen Haßberg-Kalken und typischem, mit schichtparallelen Kieselagen ausgebildeten Radiolarit.

Im Gebiet der Kampenwand und Hochplatte wurde ein Aussetzen des Radiolarits erst bei jüngsten Kartierungsarbeiten (Kruse 1962) nördlich der Hochplatte, unterhalb der Platten-Alm im oberen Teil des Roßburr-Grabens (Südflügel der Tennboden-Depression nach Broili 1913) beobachtet. An Stelle des Radiolarits findet sich hier über geringmächtigen Crinoiden-Spatkalken die oben beschriebene Faziesausbildung an der Kar-Alpe.

Aus der Anordnung der genannten Profile läßt sich für den N-Teil des Gebiets ein Bereich rekonstruieren, in dem sich als zeitliche Äquivalente des nördlich und südlich dieses Bereichs auftretenden Radiolarits Seichtwassersedimente finden, die auf die Existenz eines ausgedehnten submarinen Schwellenzuges schließen lassen (vgl. Abb. 18, p. 75).

Als Äquivalente des Radiolarits kommen Crinoiden-Spatkalke, oolithische Kalke und rote Knollenkalke in Betracht. Genaue Parallelisierungen stehen noch aus.

Von Bedeutung ist der Befund, daß zwischen den Vorkommen der Mehrentaler Wand und der Hochlerch-Silleck-Mulde im Hochgern-Gebiet und zwischen den Vorkommen an der Rettenwand und westlich des Spielbergs im Laubenstein-Gebiet (in Abb. 18 nicht eingezeichnet) wiederum Radiolarit auftritt.

Möglicherweise ist mit einzelnen, etwa parallel verlaufenden Schwellenkomplexen zu rechnen, die sich zu einem großräumigen Schwellenzug anordnen, ohne jedoch eine geschlossene Einheit zu bilden.

Für die Zeit der Radiolarit-Bildung ist auch im S-Teil des Gebiets ein Schwellenbereich zu vermuten, dessen wahrscheinliche Lage als südliche Begrenzung der Oberwössener Mulde (vgl. Doben 1959, Franz 1960) unter Einbeziehung ihrer östlichen (vgl. Nöth 1926) und westlichen Verlängerung umschrieben werden kann.

Die Profile am Südrand der Oberwössener Mulde sind dadurch gekennzeichnet, daß Liaskalke, meist in Hierlatz-Fazies, unvermittelt von Radiolarit überlagert werden (vgl. Profil p. 84). Das Fehlen der im übrigen Muldenbereich vorhandenen Dogger-Kieselkalke kann nicht als tektonische Reduktion gedeutet werden. In der östlichen Muldenverlängerung, z.B. im Sulzenmoos-Graben, ist zu beobachten, daß es sich um Normalprofile handelt (vgl. Nöth 1926, p. 501).



Abb. 18. Versuch einer Rekonstruktion der paläogeographischen Verbreitung des Radiolarits und seiner Äquivalente ausgehend von der heutigen Verbreitung der Gesteine.

1 Steinbruch Hausmann, 2 N Rauschberg, 3 Steinbruch Haßberg, 4 Hochlerch-Silleck-Mulde, 5 Mehrentaler Wand, 6 N Hochplatte, 7 Rettenwand, 8 W Spielberg, 9 Karkopf, 10 Heuberg, 11 E-Ende der Thiersee-Mulde.

Auch an der Straße von Oberwössen nach Reit im Winkl, NE vom "Wasserfall" (P. 762), ist am S-Flügel der Rachelberg-Mulde (vgl. Doben 1959, p. 32) das Profil Oberrät-Kalke/rote Lias-Kalke/Radiolarit festzustellen.

Wie das Fehlen von Dogger-Kieselkalken anzeigt, ist also für diese Gebiete bis zum Beginn der Radiolarit-Sedimentation eine relative Hochlage gesichert.

Eine Ausnahme bilden am Südrand der Oberwössener Mulde die Gebiete, in denen Gosau auf Rät transgrediert, wie z.B. in der Lackenberg-Mulde (vgl. Profil p. 84).

Hier ergeben sich keinerlei Aussagen über die oberjurassische Faziesverteilung.

Auf der Südseite des vermuteten Schwellengebiets (Nordflügel der Kammerker-Mulde, vgl. Hahn 1910) ergeben sich fazielle Analogien zur Nordseite. Nach Hahn (1910, p. 413, Fig. 20) findet sich in der nördlichen Umgebung von Unken Lias in Hierlatz-Fazies; Dogger ist nicht bekannt. Über Hierlatz-Kalken folgt sofort Radiolarit.

Diese Analogien zeigen, daß die Annahme einer südlichen Schwelle nicht aus der Überbewertung lokaler Faziesunterschiede resultiert.

Schichtlücken zwischen Hierlatz-Kalken und Radiolarit sind wahrscheinlich nicht vorhanden. Nach Dhein (1944, p. 197, 199) soll die Hierlatz-Fazies neben dem Lias auch den Dogger enthalten.

In der westlichen Verlängerung des für die Zeit der Radiolarit-Bildung hypothetischen südlichen Schwellenzugs findet sich am E-Ende der Thiersee-Mulde und zwar auf deren N-Flügel (vgl. Wilmers 1961, p. 20) der sichere Nachweis einer Schwelle, auf der Radiolarit nicht abgelagert wurde.

NW des Thiersees (vgl. p. 69 f.)transgredieren z.B. über fragliche Rät-Kalke geringmächtige dünnplattige rote Tonmergel des oberen Malm und rote konglomeratische Schichten des Unter- bis Mittel-Tithons.

Dieses W des Inn gelegene Vorkommen kann als Fortsetzung des E des Inn postulierten südlichen Schwellenzugs gedeutet werden.

Obgleich also ein sicherer Nachweis in dem hier betrachteten Gebiet östlich des Inn noch aussteht, deuten doch die bisherigen Funde auf die Existenz auch einer südlichen Schwelle zur Zeit der Radiolarit-Bildung.

In der für diese Zeit vielfach angenommenen, jedoch umstrittenen Tiefseephase wurde also nicht die Gesamtheit der besonders im Lias zahlreich vor-

handenen submarinen Schwellengebiete (vgl. Anzahl der Hierlatz-Kalk-Vorkommen im Profil p. 84) in abyssische Tiefen versenkt.

2.) Weitere Entwicklung der Schwellen- und Beckenbereiche im Tithon und Berriasien.

Die weitere Entwicklung der submarinen Faziesgliederung im Tithon bestand in der Ausweitung der beiden Schwellenbereiche. Als Schwellensedimente dieser Zeit findet man auf der nördlichen Schwelle und ihrer Umgebung sowie im N der südlichen Schwelle (diese selbst und ihre südliche Umgebung konnten noch nicht belegt werden) rote Flaserkalke in der Fazies des Haßberg-"Marmors".

Für den genannten Zeitraum sind also die Vorgebiete der Schwellen durch die Schichtfolge Haßberg-Flaserkalk über Radiolarit gekennzeichnet. Feindetrüogene Übergangsschichten zwischen beiden Fazies sind jedoch selten vorhanden: z. B. im Profil des Salzenmoos-Grabens, nördlich des Hochklimbergs im unteren Haargaß-Graben, ca. 2,76 km W Barpolding auf Blatt Bergen (708) (Schliffe Hgg 1 - 6) (vgl. Geologische Karte von Nien 1926); oder im Schauer-Graben (vgl. Abb. 16, p. 68), nördlich der Kampenwand (vgl. Fahlbusch 1969, p. 16 ff. u. Abb. 8), wo die Flaserkalke mit ihren zahlreichen roten Kieselknollen eine fazielle Sonderstellung einnehmen.

Eine Übersicht über das Vorkommen roter Haßberg-Kalke gibt das Innere schon Gumbel (1861, p. 506-508). Nähere Angaben liefert die Spezialliteratur, die oben bereits in Zusammenhang mit der Verbreitung des Radiolarits zitiert wurde.

Außerhalb der Schwellen und ihrer Vorgebiete nahm die Fazies der Aptychen-Kalke und-Mergel große Flächen ein.

Die oben postulierte südliche Schwelle ist vermutlich für die oberjurassische Faziesdifferenzierung in Aptychen-Schichten und Oberalmter-Schichten verantwortlich. Die Faziesgrenze ist auf Grund der heutigen Verbreitung der Gesteine zwischen dem S-Flügel der Oberwössener- und dem N-Flügel der Kammerker-Mulde anzunehmen. Sie verläuft damit entlang den mittleren Bereichen des vermuteten südlichen Schwellenzugs.

Die weitere Tendenz der räumlichen Gliederung führte zu einer erneuten Einengung der Schwellenbereiche, wobei die Beckenfazies der Aptychen-Kalke und -Mergel noch mehr an Flächenausdehnung gewann.

Die unmittelbaren Vorgebiete der Schwellen (vgl. obige Profilangaben) sind nunmehr durch die Schichtfolge Radiolarit/rote Knollenkalke in Haßlberg-Fazies/hellgraue Aptychen-Kalke und -Mergel gekennzeichnet.

Noch vor Aussetzen der roten Flaserkalkfazies auf den **zentralen** Teilen der Schwellen (am Haßlberg erst im mittleren Ober-Tithon, vgl. Abb. 4, p. 21) ging jedoch im Verlauf des Unter-Tithons sowohl von der nördlichen als auch der vermuteten südlichen Schwelle eine besondere Hebungsaktivität aus. Ausdruck dieser Aktivität sind die submarinen Aufarbeitungsprodukte der im regionalen Teil (vgl. p. 61 ff.) untersuchten roten Geröllmergelschichten.

Die Auswertung der bisher erhaltenen Daten macht wahrscheinlich, daß es sich bei den erwähnten Fundpunkten nicht um untereinander beziehungslose Vorkommen verschieden alter Bildungen gleicher Fazies, sondern um das gerichtete Wandern einer einheitlichen Fazies handelt: sie begann etwa ab unterstem Tithon jeweils im Bereich der Schwellengebiete und setzt sich dann in die Trogmitten fort.

Abbildung 19, p. 79) zeigt eine vermutete Verbindungslinie ungefähr gleich-alter roter Geröllmergelvorkommen an der Wende Mittel-/Ober-Tithon im N der nördlichen und im N der postulierten südlichen Schwelle.

Aus dieser Deutung der räumlich-zeitlichen Beziehungen der verschiedenen alten Vorkommen ergibt sich an der Stelle, an der die Linie ältere von jüngeren Vorkommen trennt, ein allmähliches Vorrücken der Fazies in nördlicher Richtung. Bisher konnten nur Vorkommen entdeckt werden, die auf eine nördlich gerichtete Fortbewegung der Fazies deuten.

Nach Durchgang der roten Geröllmergelfazies sedimentierten im ungestörten Milieu wiederum hellgraue Aptychen-Schichten.

Im Bereich der östlichen und westlichen Oberwössener-Mulde erfolgte nach den durch die rote Geröllmergelfazies dokumentierten Hebungen anscheinend eine verstärkte Senkungstendenz, verbunden mit verstärktem Sedimentabsatz. So weist das Tithon der westlichen Oberwössener Mulde nach Franz (1960, p. 35 ff.) eine Gesamtmächtigkeit von ca. 180 m auf, von denen ca. 160 m über den roten Geröllmergelschichten anstehen.

In der östlichen Oberwössener Mulde beträgt dagegen die Mächtigkeit von Mittel- und Ober-Tithon (der Radiolarit scheint hier noch das Unter-Tithon zu umfassen) zusammen mit dem unteren Berriasien nur ca. 45 m. Über den roten Geröllmergelschichten jedoch schwillt allein der Rest des Berriasien zu ca. 60 m (vgl. Profil Hammerer-Graben, Abb. 7, p. 28) an.

Die rote Geröllmergelfazies zeigt die ausgedehnteste Verflachung des oberjurassischen bis unterkretazischen Meeres an, da von ihr noch Gebiete erfaßt wurden, bis zu denen die Fazies der roten Haßberg-Flaserkalke nicht vorgedrungen war (vgl. z. B. sämtliche Profile der Oberwössener-Mulde, Abb. 3, p. 15; Abb. 7, p. 28; p. 65 ff.).



Abb. 19. Vermutete Verbindungslinie ungefähr gleich alter roter Geröllmergelvorkommen an der Wende Mittel-/Ober-Tithon.

Die erstmals von Trusheim (1930, p. 42) postulierte allgemeine Verflachung des nordalpinen Meeresbeckens an der Jura/Kreide-Wende kann also für den kalkalpinen Raum der östlichen bayerischen Alpen belegt werden.

Allerdings bestand eine gleichzeitige Verflachung wahrscheinlich nur jeweils für schmale, etwa E-W verlaufende Bereiche, die ihre Lage von den Schwellen ausgehend in nördlicher und möglicherweise auch in südlicher Richtung wechselten.

Das Wandern der roten Geröllmergelfazies war in einigen Gebieten von relativ bedeutenden Niveauverstellungen begleitet, wenn man neben den konglomeratischen bis brecciösen Umlagerungsprodukten Fließfalten und eingedriftete Fremdschollen (vgl. Vorkommen in der nördlichen Umgebung von Achenkirch, p. 63) berücksichtigt.

Zudem fanden an der nördlichen Schwelle submarine vulkanische Eruptionen statt, wie der Tuffit vom Engelstein zeigt (vgl. p. 67 - 68). Diskordanzen, die auf eine schwache Faltung zurückgehen könnten (vgl. Spengler 1927, p. 140 - 141), wurden nicht festgestellt.

Als Folge der zeitlich umgrenzten und vermutlich richtungsbestimmten Fortbewegung ergibt sich, daß aus der Richtung des Fazieswanderns auf die Lage und aus dem Alter der Fazies auf die Entfernung der betreffenden Schwellen geschlossen werden kann. Je älter die Fazies desto näher die Schwelle. In dieser Beziehung bilden die roten Geröllmergelschichten eine in paläogeographischer Hinsicht aufschlußreiche Fazies.

c.) Die Bedeutung der paläogeographischen Situation an der Jura/Kreide-Wende in Bezug auf den Ablauf des kalkalpinen Geosynklinalstadiums.

In dem hier betrachteten Gebiet ist die Kenntnis der paläogeographischen Situation an der Jura/Kreide-Wende insofern von besonderer Bedeutung, als es sich um den letzten Zeitpunkt vor der Stammfaltung ("austrische Phase") handelt, an dem eine ausgeprägte Gliederung in regionale Faziesräume überliefert ist. Danach wurden die paläogeographischen Strukturen von den relativ mächtigen einformigen Serien der Aptychen-Kalke und-Mergel verhüllt. Nach Hahn (1913, p. 355) bedeutet das Neokom Ausgleich der geosynklinalen Tiefenunterschiede zu allgemein bathyalen Lage, eine Tatsache, die schon Finckelstein (1888, p. 72) feststellte, als er die gleichmäßige Überlagerung des Laubenstein-Gebiets durch die "Tiefseefacies" der Aptychen-Mergel und -Kalke beschrieb.

Wie oben (vgl. p. 78) erwähnt, gaben die Schwellen im N (nur für diese belegt) und S des Gebietes ihre Funktion im mittleren Ober-Tithon auf, nachdem die nördliche mit Sicherheit (z.B. im Hochgern-Gebiet, vgl. p. 73), die südliche wahrscheinlich (vgl. p. 76,), seit der Ober-Trias ununterbrochen Hochgebiete waren.

Ein Wandern der Schwellen wurde nicht festgestellt. Die oben belegten Ausdehnungen und Einengungen der Schwellenfazies können mit unterschiedlicher Hebung erklärt werden. Insgesamt gesehen behalten die Schwellen ihre Position bei.

Letzte Anzeichen eines innergeosynklinalen Geschehens vor dem mittelkretazischen Abschluß des Geosynklinalstadiums lieferte die rote Geröllmergelfazies, deren jüngste Vorkommen wahrscheinlich noch dem oberen Berriasien angehören. Diese Fazies setzte sich noch in die Trogmitten hinein fort, nachdem bereits die zentralen Schwellenbereiche, beginnend im mittleren Ober-Tithon von der Fazies der Aptychen-Schichten überlagert worden waren.

Die im oberen Berriasien einsetzenden klastischen Schüttungen, die in Form von feinkörnigen Sandsteinen mit kalkigem Bindemittel in einzelnen Bänken oder zahlreichen dünnen Lagenden Aptychen-Mergeln eingeschaltet sind (vgl. Profil Hammerer-Graben, Abb. 7, p. 28) zeugen dagegen von Ereignissen, die außerhalb des hier beschriebenen kalkalpinen Raumes stattfanden.

d.) Über Beziehungen der oberjurassischen Schwellen zu den Hauptstruktur- grenzen des heutigen tektonischen Baus.

In engem räumlichen Zusammenhang mit den Sedimenten der oberjurassischen Schwellen liegen heute die Hauptstrukturgrenzen des Faltengebirgsbaus. Die "Deckenstirn" der "Staufen-Höllengebirgs-Decke" im Sinne Spengler's (Definition 1928, p. 8), deren westlicher Teil durch den mächtigen ENE-WSW streichenden Wettersteinkalkzug vom Hochstaufen zum Zahmen Kaiser markiert wird, was räumlich gleichbedeutend ist mit den Nordabstürzen der "Tirolischen Einheit" im Sinne Hahn's (Definition 1912, p. 339), verläuft mit Ausnahme des NE - Endes entlang der nördlichen Begrenzung der postulierten südlichen oberjurassischen Schwelle. Die "Deckenstirn" der "Lechtal-Decke" (vgl. M. Richter 1937, p. 115 ff. und Dhein 1944, p. 213 u. Abb. p. 208), ungefähr gleich-

bedeutend mit der Grenzlinie zwischen "Hoch- und Tiefbajuwarischer Einheit" in der Definition Hahn's (1912, p. 338), kulminiert in dem Höhenzug Hochfelln- Hochgern - Gedererwand - Kampenwand - Laubenstein - Karkopf - Heu- berg und verläuft damit entlang den mittleren Bereichen der nördlichen ober- jurassischen Schwelle.

In Richtung Rauschberg - Hochstaufen konvergieren die beiden Strukturgrenzen. In der Überschiebungsvorzone im N der Staufen-Masse (vgl. Ehrhardt 1931, p.46) und des Rauschbergs (vgl. Angermeier 1960, Taf. 2) wurden jedoch bisher nur die für den nördlichen Schwellenbereich typischen Sedimente festgestellt: brachiopodenreiche Spatkalke, helle oolithische Bankkalke und darüber rote flaserige Knollenkalke in Haßberg-Fazies.

Dagegen besitzt der südlich tektonisch angrenzende Wettersteinkalk der Staufen- und Rauschberg-Masse eine Mächtigkeit, die typisch ist für die Überschiebungs- front im Bereich der angenommenen südlichen Schwelle.

Wesentlich in dem hier gegebenen Zusammenhang bleibt, daß auch nördlich des Hochstaufen und Rauschbergs eine Hauptstrukturgrenze in unmittelbarer Verbin- dung mit oberjurassischen Schwellensedimenten auftritt.

Regional begrenzt wurde diese Parallelität paläogeographischer und heute vor- liegender tektonischer Strukturen in den östlichen bayerischen Alpen bereits früh bemerkt und auch gedeutet.

Im Bereich der nördlichen Schwelle rekonstruierte schon Finkelstein (1888, p. 69 - 73) für das Laubenstein-Gebiet die Geschichte einer von der oberen Trias bis zum oberen Jura existierenden Schwelle, die er, wenn auch auf sehr vereinfachende Weise, mit dem tektonischen Bau des Gebiets in Verbin- dung brachte.

Ohne ursächlichen Zusammenhang auszusprechen, beschrieb Hahn (1913, p.256) für das Hochfelln-Gebiet die faziesvermittelnde Stellung der Schichten im Be- reich seiner "Hochbajuwarischen Grenzlinie", an der "Hoch- und Tiefbajuwari- sche Einheiten" aufeinandertreffen. Insbesondere wurde von Hahn das Fehlen des Radiolarits bemerkt.

Später bestritt Nöth (1926, p. 507-508) die fazielle Sonderstellung des Hoch- felln-Zuges, da er den Radiolarit nördlich und südlich des Hochfelln nicht als selbständiges Faziesglied erkannt hatte.

Dhein (1944, p. 200) deutete den Hochplatte-Sattel im E des Kampenwand- Gebietes in Verbindung mit der Mehrentaler Wand, ca. 2,5 km nördlich des Hochgern, auf Grund fazieller Befunde als alt angelegte Sattelzone, " die bei

der Deckenfaltung erneut Bedeutung gewann".

Im Bereich der "Lechtal-Deckenstirn" (Hochlerch-Silleck-Mulde, mit dem Hochgern-Gipfel), die zum größten Teil in Kalkfazies vorliegt (Radiolarit fehlt) kam Dhein (1944, p. 201) zu dem Schluß, daß auch im Hochgern-Gebiet die zur "Deckenbildung" führende Schwelle deutlich in Erscheinung tritt.

Im Bereich der hier angenommenen südlichen Schwelle stellte Hahn (1913, p. 266 - 267) eine Faziesverschiedenheit des Lias im N und S der "Kaiserstirn" fest. Nach Hahn kam es südlich der reinen roten Ammoniten-Kalkfazies wiederum zu einer Fleckenmergelentwicklung. Die Fazieskontraste innerhalb des Lias wertete er als Kennzeichen zweier verschiedener tektonischer Einheiten (vgl. Boden 1923, p. 93).

Hahn stellte also für den W-Teil des hier postulierten südlichen Schwellenbereichs eine Parallelität von Faziesunterschieden und tektonischer Struktur heraus, ohne wiederum einen direkten Hinweis auf den möglichen ursächlichen Zusammenhang beider Befunde zu geben.

Auch die Feststellung Hahn's (1913, p. 283), von Spengler (1928, p. 9) aufgenommen, daß sich die "Tirolische Überschiebung" aus einer vorgosauisch angelegten "Antiklinale" entwickelt habe, da in ihrem Bereich Gosau auf Trias transgrediert, begründet nur einen späten tektonischen Akt der Überschiebung. Eine Deutung auf Grund der paläogeographischen Vorgeschichte hätte gerade eine Erklärung dafür zu geben, daß die Anlage der vorgosauischen "Antiklinale" durch eine präexistierende paläogeographische Struktur vorgegeben war.

Der möglicherweise bestimmende Einfluß einer oberjurassischen Schwelle kam für Hahn allerdings nicht in Betracht, da er (1912, p. 342) für den mittleren bis oberen Jura im Gegensatz zu der hier vertretenen paläogeographischen Gliederung die tiefste Achse der nordalpinen Geosynklinale etwa mit der Grenzzone von "Bajuwarischer und Tirolischer Einheit" parallelisierte.

Wie oben beschrieben, handelt es sich jedoch im Bereich dieser Grenzzone um alte Hochgebiete, für die auch zur Zeit der Radiolarit-Bildung der vollständige Verlust des Schwellencharakters wenig wahrscheinlich ist.

Von den zitierten Autoren hat am bisher klarsten Dhein (1944) für das Hochgern-Gebiet den räumlichen und genetischen Zusammenhang von oberjurassischen paläogeographischen und heutigen tektonischen Strukturen formuliert.

KOMBINIERTES PROFIL DURCH DAS HOCHGERN-GEBIET UND DIE ÖSTLICHE OBERWÄSSENER MULDE.

Nach Dhein (1944) und Doben (1959, mit Korrekturen).

Maßstab 1:25 000.



- | | | | | | | | |
|--|------------------------------|--|---------------------------------|--|----------------------------|-------|---------------------------|
| | Gosau | | Radiolarit des Malm | | Lias u. Dogger Kieselkalke | L.D. | Stirn der "Lechtal-Decke" |
| | Cenoman | | Malm in Kalkfazies | | Lias Fleckenmergel | St.D. | Stirn der "Staufen-Becke" |
| | Malm u. Neokom Aptychen-Sch. | | Hierlatzkalk des Lias u. Dogger | | Mittlere u. obere Trias | | |

Ausgehend von einer paläogeographischen Darstellung ist es das Ziel dieser Ausführungen, weitere Belege zu sammeln, die zeigen, daß für den gesamten hier betrachteten Abschnitt der kalkalpinen Zone zumindest räumliche Beziehungen zwischen der oberjurassischen Schwellenfazies und den bedeutendsten tektonischen Strukturlinien bestehen.

Die Lagebeziehung Schwellenfazies/Hauptstrukturgrenzen veranschaulicht ein Profil (vgl. Profil, p. 84) durch den mittleren Abschnitt der östlichen bayerischen Kalkalpen. Mittlere und obere Trias wurden unter einer Signatur zusammengefaßt, um die oberjurassischen Faziesglieder in ihrer Lage zu den Hauptstrukturgrenzen besonders hervortreten zu lassen.

Es stellt sich die Frage, ob über die regionalen räumlichen Beziehungen hinaus auch regionale genetische Zusammenhänge bestehen. Entscheidende Beiträge zu ihrer Beantwortung müssen speziellen tektonischen Untersuchungen vorbehalten bleiben.

Nach dem hier auf stratigraphisch - fazieller Basis gewonnenen Überblick kann im Gegensatz zu den Darlegungen von Trümpy (1961) bezüglich des Werdegangs der westalpinen Geosynklinale ein "genetisch begründeter und zwangsläufiger Parallelismus zwischen den paläogeographischen Elementen und den tektonischen Struktureinheiten " (Trümpy 1961, p. 7) für die östlichen bayerischen Kalkalpen zwischen Inn und Saalach vermutet werden.

D. ZUSAMMENFASSUNG.

Im Typusprofil vom Rechenberg wurden an der Jura/Kreide-Wende sechs Calpionelliden-Zonen aufgestellt, die der für den Tethysbereich konventionellen Feingliederung mit Ammoniten (Mazenot 1939) vergleichbare stratigraphische Einheiten liefern.

Es wurde versucht, beide Gliederungen mit Hilfe direkter und indirekter Belege zu parallelisieren.

Die Beziehungen unmittelbar an der Formationsgrenze wurden durch Probenentnahme an der Typlokalität der untersten Kreide bei Berrias (Südfrankreich) direkt ermittelt. Dabei konnte die von Colom (1948) erstmals mit Calpionelliden markierte Jura/Kreide-Grenze bestätigt werden.

Für das erste Erscheinen der Calpionelliden-Mikrofazies ergab sich im Haßberg-Profil als direkte Altersbeziehung unterstes Ober-Tithon, womit die indirekten Schlüsse von Brönnimann (1954) und Donze (1958) präzisiert werden. Neue Aufschlüsse über die Fossilisation der Calpionelliden lieferten die im Haßberg-Profil entdeckten organisch erhaltenen Tintinnina, die in den gleichen stark kalkhaltigen, feinkörnigen Sedimenten überliefert wurden wie die kalzitisch erhaltenen. Daraus ergeben sich die ersten direkten Belege für die von Bonet (1956) postulierte ursprüngliche Kalzitrisierung aller kalzitisch überlieferten Tintinnina zwischen Tithon und Apt.

Als Grundlage der Systematik wurden für die höheren Kategorien der fossilen Tintinnina die Definitionen Bonet's (1956), für die niederen die von Colom (1948) übernommen.

Neu beschrieben wurden:

- Chitinoidea boneti* n. gen. n. sp.
- Calpionellites allemanni* n. sp.
- Calpionella alpina grandis* n. subsp.
- Calpionella alpina cadischi* n. subsp.

Ein kritischer Anhang zum systematischen Teil behandelt die Artfassung von *Tintinnopsella oblonga* (Cadisch) sowie die von Leischner (1959) aufgestellten Arten.

Rückschlüsse auf das ökologische Verhalten der Calpionelliden können aus den überlieferten Individuenzahlen in Zusammenhang mit der Beschaffenheit der Sedimente gezogen werden.

Als ökologische Konkurrenten der Calpionelliden können Radiolarien und wahrscheinlich auch die freischwimmenden Crinoiden der Gattung *Saccocoma* ge-

wertet werden. Ein Niedergang beider Fossilgruppen geht der Entfaltung der Calpionelliden unmittelbar voraus.

Neue Deutungsmöglichkeiten für die Evolution eröffnet der Zeitpunkt des Auftretens organischer erhaltener Tintinnina sowie einiger halb organisch halb kalzitisch überlieferter Zwischenformen an der Basis der Calpionelliden-Mikrofazies im Haßberg-Profil. Mit großer Wahrscheinlichkeit besteht ein phylogenetischer Übergang von Tintinnina mit organischer Linschale mit kalzitischer Loricula.

Die weitere stammesgeschichtliche Entwicklung der Calpionellidea zeigte ein Maximum der Formaufspaltung an der Jura/Kreide-Grenze. Im Zuge der morphologischen Ausgestaltung der vorgegebenen Typen nahm im Berriasien und Valangien die Artenzahl weiter zu. Im Hauterive folgte ein allgemeiner Niedergang, in dessen Verlauf in den Enggliedern einiger Reihen Größenwuchs und abnorme Riesenformen auftraten. Im Mittel-Barrême tauchten wenige neue Typen auf, die, vermutlich infolge ihrer Konstitution, im oberen Apt ausstarben.

Die bisher reichste Tithonfauna der östlichen bayerischen Alpen lieferte mit 25 Arten der Ammoniten-Fundpunkt Steinbruch Haßberg. Unter-, Mittel- und Ober-Tithon können gesondert belegt werden. Der problematische Leitwert von *S. contiguus* und *V. transitorius* wird diskutiert.

Die im Berriasien noch bestehende Beobachtungslücke schließt für den mittleren Teil des Berriasien die Ammoniten-Fauna vom Hammerer-Graben mit *Berriasella boissieri* als Häufigkeitsfossil. Ökologisch bedingter Ammoniten-Zwergwuchs wurde im unteren Ober-Tithon des Haßberg - "Marmors" festgestellt.

Nach der Häufigkeit der Fossilisation ergibt sich m. E. für die oberjurassischen Ammonoiten eine ökologische Bevorzugung der Schwellenbereiche vor den Beckengebieten. Dieser Befund liefert eine zusätzliche Erklärung für die allgemeine Seltenheit von Ammoniten-Funden in der Fazies der hellgrauen Aptychen-Kalke und -Mergel.

In weiter Verbreitung tritt im Tithon und Berriasien der östlichen bayerischen Alpen die submarine Erosionsfazies der roten Geröllmergelschichten auf. Vergleichbare Abtragungs-Produkte wurden aus der übrigen kalkalpinen Zone beschrieben. Dieser Fazies gehört der mitteltithonische Tuffit vom Engelstein (Dhein 1944) an.

Aus der Faziesgliederung im unteren und mittleren Malm sowie im Tithon lassen sich zwei im N und S des Gebietes gelegene submarine Schwellenzüge rekonstruieren, von denen der nördliche sicher belegt ist, während die Existenz des südlichen auf Grund indirekter Belege noch hypothetisch ist. Vom mittleren Ober-Tithon an wurden diese paläogeographischen Strukturen von den einförmigen Serien der Aptychen-Kalke und-Mergel, die bis zur mittleren Kreide sedimentierten, verhüllt. Eine Sonderstellung nimmt die rote Geröllmergelfazies ein, die auf Hebungen deutet, die noch im Laufe des Berriasien die ehemaligen Beckengebiete erfaßte.

Somit ist die Jura/Kreide-Wende der letzte Zeitpunkt vor Abschluß des kalkalpinen Geosynkinalstadiums, an dem eine ausgeprägte Gliederung in regionale Faziesräume überliefert ist.

Die oberjurassische Schwellenfazies findet sich heute in engem räumlichen Zusammenhang mit den Hauptstrukturgrenzen des tektonischen Baus. In Ausweitung der Deutung Dhein's (1944) für das Hochgern-Gebiet werden über die regionalen räumlichen Zusammenhänge hinaus regionale genetische Beziehungen zwischen paläogeographischen und tektonischen Strukturen vermutet.

FAZIES - LEGENDE



Roter Radiolarit



Roter Knollenflaserkalk vom
Typ Haßberg



Hellgraue Apthyen-Mergel
und -Tonmergel



Roter Knollenflaserkalk mit
roten Kieselknollen



Biancone-Kalke mit schwarzen
Kieselknauern



Rote Geröllmergelschichten



Heller oolithischer Bankkalk



Moräne



Weiße dickgebantete Kalke



Hangschutt

Die hier aufgeführten Faziessignaturen gelten für sämtliche Profile, mit Ausnahme des Profils auf p. 93.

Abkürzungen.

Für die Herkunft von Dünnschliffproben wurden im Text folgende Abkürzungen eingeführt:

Re	Rechenberg	Hsl	SE Wegmann-Alm
Hß	Steinbruch Haßberg	St	E Hoherb-Alm
HßE	östlich Steinbruch Haßberg	E	NE Engelstein
Su	Sulzenmoos-Graben	Sgr	Schauer-Graben
Ha	Hammerer-Graben	Ld	NW Thiersee
Bs	Typlokalität Berrias	Amp	Ampers-Bach
Sb	NE Steinbruch Sebi	Tf	Tiefenthaler Hof
Kno	SE Knogler-Alpe	Hgg	Haargaß-Graben

LITERATURVERZEICHNIS.

- ALLEMANN, F.: Geologie des Fürstentums Liechtenstein. 3. Teil. III. Ver.
Fürstentum Liechtenstein, 244 S., 21 Fig., 4 Taf., 7 Fototaf.,
1 geol. Ansicht Vaduz 1956.
- ANGERMEIER, H. O.: Der geologische Bau des Rauschberg-Gebietes in den
Chiemgauer Alpen. Dipl. Arb. 63 S., Ms., Univ. München 1960.
- ARKELL, W. J.: Jurassic Geology of the World. XIV + 806 S., 102 Abb.,
46 Taf., 27 Tab., Edinburgh u. London 1956.
- ARKELL, W. J.: in R. C. Moore, Treatise on Invertebrate Paleontology, Part L,
Mollusca 4, Cephalopoda Ammonoidea, p. 80-465, 555 Abb.,
New York 1957.
- BARTENSTEIN, H.: Die Jura/Kreide-Grenze in Europa. Ein Überblick des der-
zeitigen Forschungsstandes. Eclog. Geol. Helv., 52, 1, 15 - 18,
1 Abb., Basel 1959.
- BARTHEL, K. W.: Zur Stratigraphie und Ammoniten-Fauna der Neuburger Bank-
kalke. Abh. Bayr. Akad. Wiss. (im Druck).
- BODEN, K.: Geologische Untersuchungen am Geigerstein und Fockenstein
bei Lenggries. Geogn. Jh. 28, 195 - 235, 5 Abb., 2 Taf., Mün-
chen 1915.
- BODEN, K.: Zum Gebirgsbau der oberbayerischen Alpen. Z. Dt. Geol. Ges.,
75, 89 - 100, 1 Textfig., Berlin 1923.
- BONET, F.: Zonificación mikrofauunística de las calizas cretácicas del este
de México. Bol. Asoc. mexicana de geólogos petroleros 8, 7-8,
VI + 3 - 102, 35 Taf., 1956.
- BÖHM, J.: Der Hochfelln. Z. Dt. Geol. Ges. 62, 717 - 722, 2 Abb. Berlin
1910.
- BROILI, F.: Kampenwand und Hochplatte. Ein Beitrag zur Geologie der Chiem-
gauer Berge. N. Jb. Min. etc. (B) 37, 391 - 456, 1 Prof.-Taf.,
1 geol. Karte, Stuttgart 1913.
- BRÖNNIMANN, P.: Occurrence of calpionellids in Cuba. Eclog. Geol. Helv. 46
(1953), 2, 263 - 268, 1 Abb., Basel 1954.
- BRÖNNIMANN, P.: Microfossils Incertae Sedis from the Upper Jurassic and Lower
Cretaceous from Cuba. Micropaleontology 1, 1, 28-51, 10 Abb.,
1 Tab., New York 1955.
- CADISCH, J.: Ein Beitrag zum Calpionellen-Problem. Geol. Rdsch. 23, 241-257,
3 Abb., Stuttgart 1932.

- CAMPBELL, A.S. : Tintinnina. Treatise on Invertebrate Paleontology, Pt.D., Protista 3, p.166-180, Abb. 88-92. Geol. Soc.Amer. & Univ. Press., Kansas 1954.
- COLOM-CASASNOVAS, G. : Estudios sobre las Calpionellas. Boll.Soc. Esp. Hist. Nat. 34, 379 - 388, Taf. 30-32, 2 Textabb., Madrid 1934.
- COLOM, G. : Fossil Tintinnids: loricated infusoria of the order of the Olgo-tricha. J.Paläont. 22, 233 - 263, 10 Fig., 3 Taf. Tulsa, Oklahoma 1948.
- COLOM, G. : Jurassic-Cretaceous Pelagic Sediments of the Western Mediterranean Zone and the Atlantic Area. Micropaleontology 1, 2, 109 - 124, 4 Abb.Taf. 1-5, New York 1955.
- COLOM, G., Gastany, G. & Durand Delga, M. : Microfaunes pélagiques (Calpionelles et Fissurines) dans le NE de la Berbère. Bull.Soc. Géol.France (6) 3, 4-6, 517-534, 10 Abb., Paris 1953.
- DEFLANDRE, G. : Tintinnoidiens et Calpionelles. Comparaison entre les Tintinnoidien, Infusoires loriqués pélagiques des mers actuelles, et les Calpionelles, microfossiles de l' époque secondaire. Bull. Soc.Franc.Microsc. 5, 3, 112 - 122, 42 Abb., Paris 1936.
- DÉFLANDRE, G. : Embranchement des Ciliés. In:Piveteau, J. : Traité de Paleontologie T. 1, 317-321, Abb. 1-29. Masson Paris 1952.
- DÉFLANDRE, G. : A propos du développement des recherches sur les radio-laires fossiles. Rev.Micropaleont. 2, 4, 212 - 218, 1 Taf., Paris 1960.
- DÉFLANDRE, G. & M. Déflandre-Rigaud : Ciliés (Infusoires), Tintinnoidea et Ciliatae incertae. Fichier micropaléont. S. 9, Arch. orig. Centre Document. C.N.R.S. 302, Fiches I-VI, 1186-1293, Paris 1949.
- DEFLANDRE, G. & Deunff, J. : Sur la présence de Ciliés fossiles de la famille des Folliculinidae dans un silex du Gabon. C.R.Acad.Sci. 244, 3090-3093, Abb. 1-9, Paris 1957.
- DHEIN, A. : Geologie der Alpenrandzone zwischen Marquartstein und Bergen. N. Jb. Min. Beil. Bd. 88, B., 176 - 228 Stuttgart 1944.
- DJANÉLIDZÉ, M. A. : Les Spécimens du Sud-Est de la France. Mémoires pour servir à l' Explication de la Carte Géologique Détaillée de la France, VI + 207 S., 22 Taf., 42 Textabb., Paris 1922.
- DOFEN, K. : Geologische Untersuchungen östlich Oberwies (Blatt Reut im Winkel). Dipl. Arb. 36 S., Ms., Univ. München 1959.
- DONZE, P. : Les Perisphinctidés du Tathonique intérieur de la Croix-de-St.-Concours près Chambéry (Savoie). C.R.somm. Soc.Géol.Franc. p. 183 - 184, Paris 1948.

- DONZE, P.: Les couches de passage de Jurassique au Crétacé dans le Jura français et sur les pourtours de la "fosse vocontienne". Diss., Trav. Lab. Grenoble, N. S., Nr. 3, Lyon 1958.
- DUFAURE, Ph.: Contribution à l'étude stratigraphique du jurassique et du néocomien de l'Aquitaine et la Provence. Rev. Micropaléont., 1, 2, 87-155, 1 Karte, 6 Taf., Paris 1958.
- EDER, W.: Das Heuberggebiet und sein Vorland. Ein Beitrag zur Geologie des Unterinntales. N. Jb. Min. etc. 52, (B), 1 - 70, Taf. 1 - 2, Stuttgart 1925.
- EHRHARDT, W.: Der Staufen. Wiss. Veröff. Dt. und Österr. Alpenver., 11, 52 S., 8 Abb., 2 Karten, 1 Geol. Karte, Innsbruck 1931.
- FAHLBUSCH, V.: Geologisch-paläontologische Untersuchungen in der kalk-alpinen Randzone des Kampenwandvorlandes. Dipl. Arb. 59 S., Ms., Univ. München 1960.
- FINKELSTEIN, H.: Der Laubenstein bei Hohen-Aschau. N. Jb. (B) Min. etc. 6, 36-104, Taf. II - V, Stuttgart 1888.
- FRAAS, E.: Das Wendelstein-Gebiet. Geogn. Jh., 3. Jg. 1-35, 1 Karte, Kassel 1890.
- FRANZ, U.: Die Geologie der westlichen Oberwössener Mulde sowie der nördlich und südlich angrenzenden Einheiten. Dipl. Arb. 62 S., Ms., Univ. München 1960.
- FUCHS, Th.: Über die Entstehung der Aptychenkalke. Sitz.-Ber. k. Akad. Wiss., math. naturw. Kl. 76, 1, (1877), 329-334, Wien 1878.
- GANNIS, O.: Geologie des Blattes Bergen. Geol. bavar. 26, 7-164, München 1956.
- GERBER, M.: Beiträge zur Stratigraphie der Jura-Kreidegrenze in der Zentralschweiz. Eclog. Geol. Helv. 23, 2, 497-547, 1 Abb., Basel 1930.
- GEISSNER, D.: Geologisch-paläontologische Untersuchungen im Unterinntal zwischen Inn und Walchsee (Tirol). Dipl. Arb. 99 S., Ms., Univ. München 1961.
- GIANOTTI, A.: Deux faciès du jurassique supérieur en Sicile. Rev. micropaléont. 1, 1, 38-51, 5 Abb., 2 Taf., Paris 1958.
- GOCHT, H.: Mikropaläont. aus dem nordwestdeutschen Neokom. Paläont. Z. 33, 1/2, 50-89, Taf. 3 - 8, 1 Tab., Stuttgart 1959.
- GRUNAU, H. R.: Makrofazies und Schichtung ausgewählter, jungmesozoischer, radiolarit-führender Sedimentserien der Zentralalpen. 179 S., 90 Abb., 5 Karten, Brill-Vg. Leiden 1959.
- GÜMBEL, C. W.: Geognostische Beschreibung des bayerischen Alpengebirges und seines Vorlandes. XII + 950, 42 Taf., Gotha 1861.

- HAGN, H. : Fazies und Mikrofauna der Gesteine der bayerischen Alpen. IX + 174 S., 71 Taf., Vg.Brill, Leiden 1955.
- HAHN, F.F. : Geologie der Kammerker-Sonntagshorngruppe. Jb.k.k. Geol.Reichsanst. 60, (2 + 4), I. Teil: 311 - 420, Fig. 1 - 20, Taf. 16 + 17; II. Teil: 637-712, Fig. 1 - 16, Taf. 24 + 25, 1 Karte, Wien 1910.
- HAHN, F.F. : Versuch zu einer Gliederung der austroalpinen Masse westlich der österreichischen Traun. Vrh. k. k. Geol. Reichsanst. 15, 337-344, 1 Textabb., Wien 1912.
- HAHN, F.F. : Grundzüge des Baues der nördlichen Kalkalpen zwischen Inn und Enns. Mitt.geol. Ges. Wien, 6, 238 - 357, Taf. 11-13, 6 Abb., Wien 1913.
- HAHN, F.F. : Ergebnisse neuer Spezialforschungen in den deutschen Alpen. Geol. Rdsch. 5, (2), 112-145, 1 Abb., Berlin 1914.
- HANTKE, R. : Zur Jura/Kreide-Grenze im mittel- und südhelvetischen Faziesbereich der Ostschweiz. Eclog. Geol. Helv. 52, 2, 547-554, Basel 1959.
- HAUG, E. : Traité de Géologie, II. Períodes geol. 2, 929-1396, Taf. 101-119, Paris 1909.
- HEITZER, I. : Die Radiolarienfauna der mittelljurassischen Kieselmergel im Sonnwendgebirge. Jb. Geol. Staatsanst. 80, 381-406, Taf. 27-29, Wien 1930.
- HUCKRIEDE, R. : Trias, Jura und tiefe Kreide bei Kaisers in den Lechtaler Alpen (Tirol). Verh. Geol. Bundesanst. 1, 44-91, 1 Abb., Wien 1959.
- KILIAN, W. : Allgemeines über Paläocretacium: Unterkreide im südöstlichen Frankreich, Einleitung. Lethaea geognost. 2, Mesozoicum, 3. Bd., Kreide, Palaeocretacium, 1. Lieferung, Stuttgart 1907.
- KOCH, K.E. & Stengel-Rutkowski, W. : Faziesuntersuchungen in Jura und Unterkreide der westlichen Lechtaler Alpen. Verh. Geol. Bundesanst. 2, 179 - 200, 4 Abb., 2 Taf., Wien 1959.
- KRANTZ, F. : Die Ammoniten des Mittel- und Obertithons. Geol. Rdsch. 17 A, 428-462, Taf. 14 - 17, Berlin 1926.
- KRANTZ, F. : La fauna del titono superior y medio en la parte meridional de la provincia de Mendoza. Actas acad. nac. cienc. republica argentina, 10, 1-57, 4 Taf., 12 Abb., Cordoba 1928.
- KRAUS, E. : Calpionella alpina Lorenz als Leitfossil. Veröff. Geol. Paläont. Inst. Univ. Riga 18, 69-80 b, Riga 1929.

- KRUSE, G.: Geologisch-paläontologische Untersuchungen zwischen Kampenwand und Achetal. Dipl. Arb. 61 S., Ms., Univ. München 1962.
- LAGERHEIM, G.: On lemnings af Rhizopoder, Heliozoer och Tintinnider i Sveriges och Finlands lakustrina Kvartära flagringar. Geol. Foren. Stockholm Förhandl. 23, 469-520, Stockholm 1901.
- LEANZA, A. F.: Ammonites del Jurasico superior y del Cretaceo inferior de la Sierra Azul en la parte meridional de la provincia de Mendoza. An. Mus. La Plata, (N. S.), Paleont. A, Paleozool. 6, I, 1-99, Taf. 1 - 23, La Plata 1945.
- LEISCHNER, W.: Zur Mikrofazies kalkalpiner Gesteine. Sitz. Ber. Österr. Akad. Wiss., math. nat. Kl., Abt. I, 168, 8 + 9, 839-882, 17 Abb., 6 Taf., Wien 1959.
- LEISCHNER, W.: Zur Kenntnis der Mikrofauna und -flora der Salzburger Kalkalpen. N. Jb. Geol. Paläont. Abh. 112, 1, 1-47, Stuttgart 1961.
- LOMBARD, A.: Microfossiles d'attribution incertaine du Jurassique supérieur alpin. Eclog. Geol. Helv. 30, 2, 320-329, 1 Textfig. 2 Taf., Basel 1937.
- LOMBARD, A.: Attribution des microfossiles du Jurassique supérieur à des Chlorophycées. Eclog. Geol. Helv. 38, 1, 163-173, 3 Abb., Basel 1945.
- LORENZ, T.: Geologische Studien im Grenzgebiet zwischen Helvetischer und Ostalpiner Fazies. 2. Der südliche Rätikon. Ber. Naturforsch. Ges. Freiburg i. Br., 12, 35-93, Freiburg 1902.
- MAZENOT, G.: Les Hoplitidés du Tithonique inférieur (Zone supérieure) de la Croix de St.-Concours près Chambéry (Savoie). Assoc. Franc. Avancem. Sci., 246-248, Chambéry 1933.
- MAZENOT, G.: Les Palaeohoplitidae tithoniques et berriasiens du Sud-Est de la France. Mém. Soc. géol. Franc. 18, 41, 1-303, Fig. 1-8, Taf. 1-40, Paris 1939.
- MÍŠÍK, M.: Die "Lombardia"-Mikrofazies. - Ein Leithorizont im Malm der Westkarpathen. Geol. Sborník, 10, 1, 172-182, Taf. 16-18, Bratislava 1959.
- MÜLLER, A. H.: Der Großablauf der stammesgeschichtlichen Entwicklung. 51 S., 25 Abb., Vg. Fischer, Jena 1955.
- NEUMAYR, M.: Jurastudien, 3. Folge; 5. Der penninische Klippenzug. Jb. k. k. Geol. Reichsanst. 21, 4, 451-536, Wien 1871.
- NEUMAYR, M.: Die Fauna der Schichten mit *Aspidoceras acanthicum*. Abh. k. k. Geol. Reichsanst. 5, 6, 141-258, Taf. 31-43, Wien 1873.

- NICOL, G. : Geologie der östlichen Stockhorn-Kette. Mitt. Naturforsch. Ges., Bern, N.F. 13, Bern 1956.
- NÖTH, L. : Der geologische Aufbau des Hochfein-Hochkienberggebietes. N. Jb. Min. etc., Beil. Bd. 53B, 409-510, 3 Textfig., Taf. 10-11, Stuttgart 1926.
- OMALIUS d' Halloy J. J. : Observations sur un essai de carte géologique des Pays Bas, de la France et de quelques contrées voisines. Ann. Mines 7, p. 373, 1822 ; -referiert in: Lexique stratigr. Internat. 1, Europe, 4a VI Crétacé. Centre Nat. Rech. Sci. Paris 1957.
- OPPEL, A. : Die tithonische Etage. Z. Dt. Geol. Ges. 17, 3, 535-558, Berlin 1865.
- OSSWALD, K. : Geologische Karte und Geschichte der Wendelstein-Gruppe. Mitt. Geogr. Ges. München, 1 - 124, 2 Karten, 1 Taf. München 1929.
- PASQUARÉ, G. : Sulla presenza di *Nannoconus* e *Saccocoma* nei livelli superiori del "Rosso ad Aptici" di Bellavista. Eclog. Geol. Helv. 53, 2, (1960), 501-504, 1 Abb., 1 Taf., Basel 1961.
- POKORNY, V. : Gründzüge der Zoologischen Mikropaläontologie, Band 1, VIII + 582 S., Dt. Vg. Wiss. Berlin 1958.
- POLLINI, A. & Cuzzi, G. : Cronostratigraphia del giura medio-superiore e della creta inferiore lombardi e significato delle faune ad aptici. Assoc. sedimentologica ital. 1-15, 1 Taf., 3 Tab., Mailand 1960.
- QUENSTEDT, W. : Geologische Exkursion in das Achenentalgebiet (Tirol). Geol. Bavar. 6, 55-64, 1 Tab., 2 Abb., München 1951 a
- QUENSTEDT, W. : Geologisch-Paläontologische Monographie des Achenentals (Tirol). Teil I: Tabula stratigraphica (geohistorica) Mesozoici Achenentalensis (Tirolis). Biotropia Periodicum geohistoricum 1, 1-12, 1 Tab. Innsbruck 1951 b.
- RICHTER, M. : Die deutschen Alpen und ihre Entstehung. Dt. Boden 5, 179 S., 56 Abb., Vg. Borntraeger Berlin 1937.
- ROMAN, F. : Le Tithonique du massif du Djurdjura. Mat. pour la Carte Géol. de l'Algérie, 1. Ser. Paléontologie, 7, 1-38, Taf. 1-4, Lyon 1936.
- RÜST, D. : Beiträge zur Kenntnis der fossilen Radiolarien aus Gesteinen des Jura. Palaeontographica 31, 269-322, Taf. 26-45, Kassel 1885.
- SAID, R., Barakat, M. G. : Jurassic microfossils from Gebel Maghara, Sinai, Egypt. Micropalaeontology 4, 3, 231-272, 5 Abb., 5 Taf., 1 Tab., New York 1958.

- SAYN, G.: Observations sur quelques gisements néocomiens des Alpes Suisses et du Tyrol. Trav. Lab. Geol. 2, 2, 129-142, Grenoble 1894.
- SCHINDEWOLF, O. H.: Grundlagen und Methoden der Paläontologischen Chronologie. VII + 139 S., 4 Bildn., 29 Abb. Vg. Borntraeger Berlin 1944.
- SCHINDEWOLF, O. H.: Grundlagen und Methoden der Paläontologischen Chronologie. 3. Auflage. VIII + 152 S., 47 Abb., 5 Taf., Naturwiss. Vg. Berlin Nikolasssee 1950.
- SCHINDEWOLF, O. H.: Über Aptychen (Ammonoidea). Palaeontographica, Abt. A, 111, 1-46, 6 Abb., 9 Taf., Stuttgart 1958.
- SCHINDEWOLF, O. H.: Stratigraphische Methodik und Terminologie. Geol. Rdsch. 49, 1, 1-35, 1 Tab., Stuttgart 1960.
- SCHLOSSER, M.: Geologische Notizen aus dem Bayrischen Alpenvorlande und dem Innthal. Verh. Geol. Reichsanst. 8, 188-198, Wien 1893.
- SCHLOSSER, M.: Zur Geologie des Unterinntales. Jb. k. k. Geol. Reichsanst. 59, 3 + 4, 525-574, Wien 1909.
- SCHMIDT-THOMÉ, P.: Geologische Aufnahme der Alpenrandzone zwischen Bergen und Teisendorf in Oberbayern. Z. Dt. Geol. Ges. 91, 273-289, 3 Abb., 1 Karte, Berlin 1939.
- SCHNEID, Th.: Die Ammonitenfauna der obertithonischen Kalke von Neuburg a. D. Geol. Paläont. Abh. N.F., 13, 5, 305-416, Taf. 1-18, Jena 1915.
- SCHOTTLE, W.: Die Geologie der westlichen Sachranger Berge. N. Jb. Min. Beil. Bd. 72, B, 46-119, Stuttgart 1934.
- SPATH, L. F.: A New Tithonian Ammonoid Fauna from Kurdistan, Northern Iraq. Bull. Brit. Mus. Nat. Hist. Geology 1, 4, 93-146, Taf. 6-10, London 1950.
- SPENGLER, E.: Über die von H. Stille in der nördlichen Kalkzone der Ostalpen unterschiedenen Gebirgsbildungsphasen. Centralbl. Min. Geol. Paläont. Abt. B., 138-148, Stuttgart 1927.
- SPENGLER, E.: Über die Länge und Schubweite der Decken in den nördlichen Kalkalpen. Geol. Rdsch. 19, 1-26, 3 Abb., Berlin 1928.
- SPENGLER, E.: Versuch einer Rekonstruktion des Ablagerungsraumes der Decken der Nördlichen Kalkalpen. II. Teil: Der Mittelabschnitt der Kalkalpen. Jb. Geol. Bundesanst. 99, 1-74, 1 Karte, 5 Abb., Wien 1956.
- TOUCAS, A.: Etude de la faune des couches tithoniques de l' Ardèche. Bull. Soc. Geol. Franc., 3, 18, 560-629, Taf. 13-18, Paris 1890.
- TRAUTH, F.: Die Lamellaptychi des Oberjura und der Unterkreide. Palaeontographica 88, A, 115-229, 6 Taf., Stuttgart 1938.

- TRAUTH, F.: Die fazielle Ausbildung und Gliederung des Oberjura in den nördlichen Ostalpen. Verh. Geol. Bundesanst. 145-218, Taf. 1 - 3, Wien 1948.
- TRÜMPY, R.: Der Werdegang der Geosynklinale. Geol. Rdsch. 50, (1960), 4 - 7, Stuttgart 1961.
- TRUSHEIM, F.: Die Mittenwalder Karwendelmulde. Wiss. Veröff. Dt. Österr. Alpenver. 7, 69 S., 3 Profile, 1 Karte, Innsbruck 1930.
- VERNIORY, R.: Eothrix alpina Lombard, Algue ou Crinoïde ? Arch. Sci. Genève 7, 4, 327-333, 1 Taf., Genf 1954.
- WANNER, J.: Gesteinsbildende Foraminiferen aus Malm und Unterkreide des östlichen Ostindischen Archipels. Paläont. Z. 22, 2, 75-99, 37 Abb., Taf. 1-2, Berlin 1941.
- WEID, J. von der: Géologie des Préalpes médianes au SW du Moléson (Préalpes fribourgeoises). Eclog. Geol. Helv. 53, 2, (1960), 521-624, 28 Abb., 4 Tab., Taf. 1-2, Basel 1961.
- WEISS, H.: Stratigraphie und Mikrofauna des Klippenmalm. Mitt. Geol. Inst. E. T. H. u. Univ. Zürich, Ser. e, 34, X + 306, Taf. 1-4, Tab. 1-3, 17 Fig., 32 Abb., Zürich 1949.
- WETZEL, W.: Das lumineszenzmikroskopische Verhalten von Sedimenten. N. Jb. Geol. Paläont. Abh., 107, 261-277, Stuttgart 1959.
- WILMERS, W.: Geologie des Ostendes der Mulde von Thiersee westlich Kufstein. Dip. Arb. 45 S., 15 Bildtaf., Ms. Univ. München 1961.
- ZANMATTI-SCARPA, C.: Studio di alcune "Microfazies" del Bresciano. Bol. Serv. Geol. Ital. 77, (1956), 4-5, 585-608, Rom 1957.
- ZITTEL, K. A. v.: Die Cephalopoden der Stramberger Schichten. Paläont. Mitt. Mus. k. Bayer. Staates 2, 1, VIII + 118 S., Taf. 1-24, München 1868.
- ZITTEL, K. A. v.: Die Fauna der älteren Cephalopoden führenden Tithonbildungen. Paläontographica, Suppl., 1, 1/2, VII + 192 S., 1 Abb., Taf. 25-39, Kassel 1870.

Tafel 1.

Abb. 1 - 5

Chitinoidella boneti n. gen. n. sp.

1 - 2 x 405 Schliff Hß 13

3 x 370 " Hß 13, Holotypus

4 x 155 " Hß 13, Holotypus

5 x 155 " Hß 13

Abb. 6 - 10

Calpionella aff. *elliptica* Cadisch

6- 8 x 155 Schliff Hß 15

9 x 155 " Hß 15, Exemplar mit organischer

10 x 255 " Hß 15, Außenwand

Abb. 11 - 23

Calpionella elliptica Cadisch

11 -12 x 155 Schliff Re 5 18 x 155 Schliff Re 41

13 " " Re 3 19 " " Hß 18

14 " " Re 9 20 " " Hß 19

15 " " Hß 23 21 " " Hß 20

16 " " Hß 20 22- 23 " " Hß 21

17 " " Re 11

Abb. 24 - 30

Calpionella massutiniana Colom

24- 25 x 155 Schliff Hß 22

26 " " Hß 23

27 " " Re 8

28- 29 " " Hß 24

30 " " Re 8

Abb. 31

Calpionella sp. x 155, Schliff Re 47

Abb. 32 - 38

Calpionella alpina grandis n. subsp.

32 x 155 Schliff Hß 21

33 " " Hß 20

34 " " Hß 21

35 " " Hß 20

36 " " Hß 21

37 " " Hß 22, Holotypus

38 " " Hß 24

Abb. 39 - 45

Calpionella alpina cadischi n. subsp.

39 x 155 Schliff Re 23

40 " " Re 26

41 " " Re 29

42 " " Re 27

43 " " Ha 4

44 " " Re 53

45 " " Ha 1

	2	3				
1				4		5
	6	7	8	9		10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	31
32	33	34	35	36	37	38
39	40	41	42	43	44	45

80	40	41	24	43	44	24
33	33	34	32	33	27	33
22	23	21	28	23	20	18
18	10	20	12	22	22	42
11	12	13	14	12	19	11
6	7	8	0	10		
1						
2	3	4	5			



Tafel 2.

- Abb. 1 - 6 *Calpionellites allemanni* n.sp.
- | | | | |
|---|---------------|------|---------------|
| 1 | x 155 Schliff | Ha | 1 |
| 2 | " | " Re | 45 |
| 3 | " | " Re | 47, Holotypus |
| 4 | " | " Re | 40 |
| 5 | " | " Re | 47 |
| 6 | " | " Re | 45 |
- Abb. 7 - 13 *Tintinnopsella carpathica* (M. & F.)
- | | | | |
|---------|---------------|------|----|
| 7 | x 155 Schliff | Ha | 6 |
| 8 | " | " Re | 37 |
| 9 - 10 | " | " Re | 41 |
| 11 - 12 | " | " Re | 45 |
| 13 | " | " Re | 47 |
- Abb. 14 - 18 *Tintinnopsella carpathica*, periphere Schnitte.
- | | | | |
|---------|---------------|------|----|
| 14 | x 155 Schliff | Ha | 4 |
| 15 | " | " Re | 47 |
| 16 - 17 | " | " Re | 37 |
| 18 | " | " Re | 47 |
- Abb. 19 - 30 *Calpionellites neocomiensis* Colom
- | | | | |
|---------|---------------|------|---|
| 19 | x 155 Schliff | Ha | 5 |
| 20 | " | " Ha | 8 |
| 21 - 22 | " | " Ha | 5 |
| 23 | " | " Ha | 4 |
| 24 | " | " Ha | 5 |
| 25 | " | " Ha | 6 |
| 26 | " | " Ha | 8 |
| 27 - 28 | " | " Ha | 6 |
| 29 | " | " Ha | 9 |
| 30 | " | " Ha | 6 |
- Abb. 31- 33 *Tintinnopsella cadischiana* Colom
- | | | | |
|----|---------------|------|----|
| 31 | x 155 Schliff | Re | 37 |
| 32 | " | " Ha | 1 |
| 33 | " | " Re | 52 |
- Abb. 34 - 35 *Tintinnopsella longa* (Colom)
- | | | | |
|----|---------------|------|----|
| 34 | x 155 Schliff | Ha | 8 |
| 35 | " | " Re | 49 |
- Abb. 36 *Amphorellina subacuta* Colom x 155, Schliff Re 37

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

7	8	9	10	11	12
---	---	---	----	----	----

13	14	15	16	17	18
----	----	----	----	----	----

19	20	21	22	23	24
----	----	----	----	----	----

25	26	27	28	29	30
----	----	----	----	----	----

31	32	33	34	35	36
----	----	----	----	----	----

1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36



Lebenslauf

Am 9. 9. 1934 wurde ich als Sohn des Rechtsanwalts und jetzigen Finanzpräsidenten Benno Doben und seiner Ehefrau Asta, geb. Krups, beide evangelischer Konfession, zu Goldap (Ostpr.) geboren.

Meine Eltern zogen in der Folgezeit zunächst nach Königsberg und dann nach Rosenberg (Westpr.), wo ich 1940 eingeschult wurde. Nach 4 Grundschuljahren besuchte ich die Hauptschule von Ostern 1944 bis zur Flucht im Januar 1945. Der Fluchtweg führte uns über Magdeburg nach Schliersee (Obb.), In Miesbach wurde ich im Herbst 1945 in die Sexta des Oberrealgymnasiums aufgenommen und im Sommer 1946 nach Quinta versetzt. Im August 1946 siedelten wir aus wirtschaftlichen Gründen in die damalige britische Zone über und gelangten im Wege der Flüchtlingslenkung nach Wahn (Rhld.). Von dort aus besuchte ich von Quinta bis zur mittleren Reife das Progymnasium in Porz. Nachdem mein Vater 1950 in Köln Beschäftigung gefunden hatte, zogen wir nach Köln-Riehl um.

Von Ostern 1950 bis zur Reifeprüfung zu Ostern 1954 besuchte ich das Neusprachliche Gymnasium Köln-Deutz.

Im Sommersemester 1954 begann ich das Studium der Geologie an der Universität Köln. Zeitweise war ich auch als Gasthörer der Universität Bonn eingeschrieben. Im November 1956 bestand ich die Vordiplom-Prüfung für Geologie.

Vom Sommersemester 1957 an studierte ich an der Universität München, als Gast auch an der Technischen Hochschule München. Im Juni 1959 legte ich die Diplom-Hauptprüfung ab.

Meine akademischen Lehrer waren die Herren Professoren A. Alder, G. Angenheist, R. Dehm, R. Eigenfeld, H. K. Erben, F. Fehér, G. Fischer, K. Jasmund, G. Kalb, F. Kirchner, G. Knetsch, O. Kuhn, K. Mägdefrau, A. Maucher, G. Menzer, F. Neumaier, A. Pilger, W. Quenstedt, P. Schmidt-Thomé, J. Schröder, M. Schwar J. Straub, H. Weyland, P. Woldstedt, W. Zeil sowie die Herren Privatdozenten H. R. Hoepfener, H. Murawski und H. J. Schneider.

